
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)

**Fisioecologia de sementes de *Miconia chartacea* (MELASTOMATACEAE)
ocorrente em uma reserva de Cerrado, no município de Corumbataí (SP).**

DIEGO FERNANDO ESCOBAR ESCOBAR

Rio Claro-SP
2014

DIEGO FERNANDO ESCOBAR ESCOBAR

**Fisioecologia de sementes de *Miconia chartacea* (MELASTOMATACEAE)
ocorrente em uma reserva de Cerrado, no município de Corumbataí (SP).**

Trabalho de Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Victor José Mendes Cardoso

Rio Claro-SP

2014

581.5
E74f

Escobar, Diego Fernando

Fisioecologia de sementes de *Miconia chartacea*
(MELASTOMATACEAE) ocorrente em uma reserva de cerrado, no
município de Corumbataí (SP) / Diego Fernando Escobar. - Rio Claro,
2014

88 f. : il., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biotecnologia de Rio Claro

Orientador: Victor José Mendes Cardoso

1. Ecologia vegetal. 2. Ecofisiologia. 3. Germinação de espécies
nativas. 4. Tamanho de sementes. 5. Pós-maturação. 6. Dormência
fisiológica. 7. Banco de sementes. 8. Longevidade ecológica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

DIEGO FERNANDO ESCOBAR ESCOBAR

Fisioecologia de sementes de *Miconia chartacea* (MELASTOMATACEAE)
ocorrente em uma reserva de Cerrado, no município de Corumbataí (SP).

Trabalho de Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, Campus de Rio Claro, como
requisito para obtenção do título de Mestre
em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Victor José Mendes Cardoso (Orientador), UNESP

Prof. Dr. Fernando Augusto de Oliveira e Silveira, UFMG

Prof. Dr. Marcelo Polo, UNIFAL

Rio Claro-SP, ____ de _____ de ____.

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Victor por sua orientação neste caminho, ajuda em campo, laboratório,...
A Marcela por sua ajuda em campo e laboratório, e seu apoio constante.

Ao Prof. Dr. Massanori Takaki pela ajuda com os testes de germinação no gradiente de qualidade luminosa, e a medição da abertura de dossel.

À Prof. Dra. Daniela G. Simão, pela ajuda com a morfologia das sementes.

Ao Luís Felipe e Paulo por sua ajuda no laboratório.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) da UNESP, campus de Rio Claro, particularmente aos professores do Departamento de Botânica.

A CAPES pelo suporte financeiro.

À colônia de hispanófonos que diminuíram a minha saudade, assim como a os amigos brasileiros que me acolheram, especialmente Fabio e Michelle.

RESUMO

Miconia chartacea é uma Melastomataceae de ampla distribuição no Brasil, ocorrendo no Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, nos domínios fitogeográficos Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Além disso, é um recurso importante para as aves frugívoras já que frutifica durante a estação seca, na qual a abundância de frutos carnosos é menor. Embora *M. chartacea* seja uma espécie nativa de ampla distribuição no Brasil e um recurso importante para a avifauna frugívora, existe um grande vazio no conhecimento da ecofisiologia da germinação e morfologia das sementes da espécie. Nesse sentido, o objetivo geral desta pesquisa foi registrar características morfofisiológicas das sementes de *Miconia chartacea* ocorrente na reserva de Cerrado “Prof. Karl Arens”, no município de Corumbataí (SP), dados esses que poderão auxiliar na compreensão dos mecanismos de perpetuação de espécies vegetais no Cerrado, bem como agregar informações para bancos de dados sobre a biologia reprodutiva de espécies nativas desse bioma. A massa de matéria fresca das sementes apresentou coeficiente de variação relativamente elevado (33%), e a massa de matéria fresca diminuiu com o aumento da quantidade de sementes por fruto. A maioria dos frutos (60%) tinha duas sementes, seguida por frutos com três sementes (20%) e frutos com 1 e 4 sementes (8% cada). Foram raras as ocorrências de frutos com 5 sementes. As sementes apresentaram tegumento permeável à água, bem como elevado teor de umidade (40%, base massa fresca). Em relação ao armazenamento, as sementes toleraram baixos níveis de umidade e baixas temperaturas aumentam sua longevidade, apresentando, portanto comportamento característico de sementes ortodoxas. São potencialmente capazes de formar bancos de sementes transitórios no solo, já que sua longevidade não ultrapassou 9 meses quando enterradas no campo. Em laboratório, a longevidade de sementes armazenadas a 7°C foi de pelo menos 11 meses. As sementes exibem comportamento fotoblástico, germinando em altas porcentagens sob razões V/VE variando de 0,1 a 1,26. A germinação diminuiu sob irradiâncias inferiores a $17\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. As sementes exibem capacidade de germinar na faixa térmica de 15 a 35 °C, com as temperaturas ótimas ocorrendo no intervalo de 20 a 25 °C. Nenhum regime de alternância térmica testado foi capaz de substituir o requerimento de luz por parte das sementes. As sementes de *M. chartacea* apresentaram dormência fisiológica não profunda, que foi quebrada com pós-maturação por 93 dias a 7°C e o etileno estimulou a germinação. Além disso, as sementes enterradas durante os primeiros meses de inverno apresentaram maior porcentagem de germinação do que as sementes recém-colhidas, sendo que a dessecação aumentou a porcentagem e taxa de germinação. O grau de dormência variou conforme a data de coleta, sugerindo que a mesma diminui à medida que as sementes são dispersas mais perto do verão. O requerimento de um período de frio para quebrar a dormência diminui a probabilidade de germinação acontecer no inverno, capacitando as sementes a germinarem no verão. A sensibilidade à temperatura, e talvez à umidade, devem ser responsáveis pela distribuição da germinação de *M. chartacea* ao longo do tempo, enquanto que a resposta à luz deve assegurar que apenas sementes não enterradas germinem. Vários aspectos da história natural de *M. chartarcea*, como disseminação durante a estação seca e fria, requerimentos regenerativos, e ampla distribuição, são favorecidos pelas características morfofisiológicas das sementes. A sobrevivência das sementes dispersas durante a estação seca é favorecida pela capacidade de formar bancos de sementes transitórios, que dependem da tolerância à dessecação e baixas temperaturas, assim como do tamanho pequeno das sementes. Além disso, a

dormência fisiológica evitaria a germinação no inverno, ao mesmo tempo que a sincronizaria com o verão. Os requerimentos luminosos relativamente amplos evitam a germinação das sementes enterradas, mas permitem a germinação sob condições luminosas tanto no interior da floresta como em locais abertos, embora a germinação seja favorecida por razões V/VE a partir de 0.4. A grande produção de frutos e sementes pequenos, dispersos ao longo da estação seca, a tolerância das sementes às condições estressantes da seca, e a capacidade de germinar sob ampla gama de razões V/VE explicam parcialmente a ampla distribuição da espécie a nível local (várias formações vegetais numa mesma área) e regional.

PALAVRAS CHAVE: Tamanho de sementes, pós-maturação, luz, temperatura, dormência fisiológica, banco de sementes, longevidade ecológica, armazenamento.

RESUMEN

Miconia chartacea es una Melastomataceae de amplia distribución en Brasil, ocurriendo en las regiones Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste y Sul, y en los dominios fitogeográficos Caatinga, Cerrado y Mata Atlántica. Además, es un recurso importante para la avifauna frugívora debido a que fructifica durante la estación seca, en la cual disminuye la abundancia de frutos carnosos. A pesar que *M. chartacea* sea una especie nativa ampliamente distribuida en Brasil y un recurso importante para la avifauna frugívora, no hay informaciones sobre la ecofisiología de la germinación y morfología de semillas para la especie. Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación fue registrar características morfofisiológicas de las semillas de *Miconia chartacea* ocurrente en la reserva de Cerrado "Prof. Karl Arens", municipio de Corumbataí (SP), esta información puede ayudar a comprender los mecanismos de perpetuación de especies vegetales en el Cerrado, así como alimentar bases de datos sobre la biología reproductiva de especies nativas de este bioma. El peso fresco de las semillas presentó un coeficiente de variación relativamente elevado (33%), el peso fresco de las semillas disminuyó con el aumento del número de semillas por fruto. La mayoría de frutos (60%) tenían dos semillas, seguido por frutos con tres semillas (20%) y frutos con 1 e 4 semillas (8% cada uno). Raramente se registraron frutos con 5 semillas. Las semillas fueron permeables al agua, con elevado contenido de humedad (40%, base peso fresco). Con relación al almacenamiento, las semillas toleran bajos niveles de humedad, e bajas temperaturas aumentan su longevidad, por lo tanto, se comportan como semillas ortodoxas. A especie puede formar bancos de semillas transitorios en el suelo, pues su longevidad ecológica es inferior a nueve meses. Las semillas almacenadas en laboratorio a 7°C se mantuvieron viables durante todo el experimento (11 meses). Las semillas exhiben comportamiento fotoblástico, germinando en altas porcentajes bajo razones R/RL variando de 0,1 a 1,26. Irradiaciones inferiores a $17 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ disminuyen la germinación. Las semillas germinaron en el espectro térmico de 15 a 35°C, con temperaturas óptimas entre 20-25 °C. El requerimiento de luz para germinar no fue substituido por ninguno de los regímenes de alternancia térmica experimentados. Las semillas de *M. chartacea* presentaron latencia fisiológica no profunda, que fue rota con almacenamiento seco y frío (7°C) por 93 días, la germinación fue estimulada con etileno. Además, semillas enterradas durante los primeros meses de invierno germinaron en mayor porcentaje que semillas frescas, por otro lado, la desecación aumentó porcentaje y tasa de germinación. El nivel de latencia varió conforme la fecha de colecta, sugiriendo que la latencia disminuye a medida que las semillas son dispersadas más próximas del verano. El requerimiento de un período frío para romper latencia disminuye la probabilidad de que la germinación acontezca en el invierno, dejando las semillas susceptibles a germinar en el verano. Sensibilidad a temperatura, e tal vez a humedad, son responsables por la distribución temporal de la germinación de *M. chartacea*, mientras que la respuesta a la luz debe asegurar que solo germinen las semillas que están en la superficie del suelo y no las que están enterradas. Varios aspectos de la historia natural de *M. chartacea*, como diseminación durante la estación seca y fría, requerimientos regenerativos y amplia distribución son favorecidos por las características morfofisiológicas de las semillas. La sobrevivencia de las semillas dispersadas durante la estación seca es favorecida por la capacidad de formar bancos de semillas transitorios, que dependen de la tolerancia a desecación y baja temperatura, así como del pequeño tamaño de las semillas. Mientras que, la latencia fisiológica evitaría la germinación en el invierno, a la vez

que la sincronizaría con el verano. Los requerimientos luminosos evitan que las semillas enterradas germinen, y al mismo tiempo permiten que las semillas germinen desde condiciones lumínicas típicas sotobosque hasta sitios abiertos, aunque la germinación es favorecida por razones R/RL a partir de 0.4. La gran producción de frutos y semillas pequeños, dispersos durante la estación seca, la tolerancia de las semillas a condiciones estresantes de la sequía, y la capacidad de germinar bajo una amplia gama de razones R/RL explican parcialmente la amplia distribución de *M. chartacea* local (varias fisionomías en una misma área) y regionalmente.

PALABRAS CLAVES: Tamaño de semillas, pos-maduración, luz, temperatura, latencia fisiológica, banco de semillas, longevidad ecológica, almacenamiento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição de frequência relativa do peso fresco das sementes coletadas em 25/Abril/2012, 06/Junho/2012 e 15/Abril/2013.	
Figura 2. Distribuição de frequências do peso fresco das sementes segundo o número de sementes por fruto	24
Figura 3. Relação entre número de sementes por fruto e o peso fresco de cada semente.....	25
Figura 4. Relação entre número de sementes por fruto e o peso fresco médio das sementes, segundo a data de coleta.....	26
Figura 5. Relação entre o coeficiente de variação do peso fresco das sementes e o número de sementes por fruto..	26
Figura 6. Distribuição de frequência do número de sementes por fruto em quatro coletas, e o valor médio ponderado das coletas.	27
Figura 7. Porcentagem do peso do fruto alocado às sementes conforme o peso do fruto.....	28
Figura 8. Relação entre o peso total e o número de sementes por fruto.....	29
Figura 9. Relação entre o amadurecimento dos frutos e a viabilidade, porcentagem e taxa de germinação das sementes.....	29
Figura 10. Dinâmica de embebição de sementes de <i>M. chartacea</i> escarificadas e intatas.....	30
Figura 11. Variação temporal na porcentagem de sementes com embrião e viáveis durante a época de dispersão nos anos 2012 e 2013.....	32
Figura 12. Distribuições dos tempos de germinação das sementes conforme a data de coleta em 2012 e 2013.....	33
Figura 13. Variação da viabilidade de sementes armazenadas por diferentes períodos no campo em ambientes abertos e fechados e no laboratório a 7°C e 25°C.	41
Figura 14. Resposta germinativa de sementes armazenadas por diferentes períodos no campo, em ambientes abertos e fechados, e no laboratório a 25 e 7°C (experimento 1).....	42
Figura 15. Resposta germinativa de sementes armazenadas por diferentes períodos no campo, em ambientes abertos e fechados, e no laboratório a 25 e 7°C (Experimento 2).....	42
Figura 16. Variação da viabilidade em função do tempo de armazenamento de sementes de <i>M. chartacea</i> armazenadas em condições de campo, em ambientes abertos e fechados (%V _{campo}), e em laboratório a 25 C (%V _{25°C}), nos experimentos 1 e 2.	44
Figura 17. Número de sementes viáveis/m ² conforme as datas de amostragem.....	46
Figura 18. Distribuição de frequência do número de sementes viáveis estimadas/m ² nos ambientes aberto e fechado coletadas o 3/Octubro/2012.	47
Figura 19. Dinâmica germinativa das sementes de <i>M. chartacea</i> com diferentes teores de água sem armazenar.....	49

Figura 20. Viabilidade das sementes de <i>M. chartacea</i> armazenadas por hermeticamente a 25°C e 7°C conforme o tempo de armazenamento.	51
Figura 21. Variação na porcentagem e taxa média de germinação das sementes de <i>M. chartacea</i> em função do tempo de armazenamento a 25°C e 7°C.	51
Figura 22 Porcentagens e taxas médias de germinação de sementes armazenadas em seco a 7°C por 120 dias e recém-colhidas (controle) incubadas sob diferentes temperaturas.	52
Figura 23. Curvas de germinação de sementes de <i>M. chartacea</i> incubadas a 25°C sob luz branca e sementes embebidas mantidas no escuro por 90 dias e depois transferidas a luz branca	60
Figura 24. Variação na porcentagem de germinação das sementes de <i>M. chartacea</i> , incubadas a 25°C sob diferentes irradiâncias.	61
Figura 25. Distribuições dos tempos de germinação e germinação acumulada das sementes de <i>M. chartacea</i> conforme a irradiância.	62
Figura 26. Variação no tempo médio de germinação das sementes de <i>M. chartacea</i> conforme a razão V/VE.	64
Figura 27. Distribuições dos tempos de germinação de sementes de <i>M. chartacea</i> incubadas a 20°C sob diferentes razões V/VE).....	65
Figura 28. Variação da porcentagem e taxa média de germinação de sementes de <i>M. chartacea</i> conforme a temperatura. Coleta 19/06/2012.	66
Figura 29. Distribuições dos tempos de germinação de sementes de <i>M. chartacea</i> conforme a temperatura.	67
Figura 30. Germinação corrigida das sementes de <i>M. chartacea</i> incubadas sob diferentes regimes térmicos, em duas condições luminosas (luz e escuro).	68
Figura 31. Taxa média e porcentagem corrigida de germinação das sementes de <i>M. chartacea</i> incubadas com luz branca constante sob diferentes regimes térmicos. Barras.....	69
Figura 32. Germinabilidade (% corrigida) de sementes de <i>M. chartacea</i> incubadas a 25°C e luz branca constante, submetidas a diferentes tratamentos com fitorreguladores, aplicados a cada quatro dias ou uma única vez por 6 dias diretos.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatísticas descritivas do peso fresco de sementes de <i>Miconia chatacea</i> coletadas em 25/Abril/2012, 06/Junho/2012 e 15/Abril/2013, bem como o total.	23
Tabela 2. Relações entre o estágio de maturação dos frutos e peso fresco do fruto, peso fresco de sementes e teor de umidade das sementes de <i>Miconia chartacea</i> . .	28
Tabela 3. Porcentagem, tempo médio e taxa média de germinação de sementes coletadas em diferentes datas em 2012 e 2013 e incubadas sob luz branca e 25°C constantes.	32
Tabela 4. Irradiância relativa em ambientes abertos e fechados na estação seca (06/Junho/2012), na transição da estação seca para chuvosa (03/Setembro/2012) e na estação chuvosa (30/Novembro/2012).	39
Tabela 5. Tempo médio de germinação das sementes de <i>M. chartacea</i> armazenadas em condições de campo (ambientes com dossel fechado e aberto) laboratório (7 e 25°C) por diferentes períodos (Experimento 1).	43
Tabela 6. Tempo médio de germinação das sementes de <i>M. chartacea</i> armazenadas em condições de campo (ambientes com dossel fechado e aberto) laboratório (7 e 25°C) por diferentes períodos (Experimento 2).	43
Tabela 7. Análises das taxas de perda de viabilidade (inclinações das regressões lineares) das sementes de <i>M. chartacea</i> conforme o método de armazenamento (Experimentos 1 e 2).	45
Tabela 8. Viabilidade e número de sementes viáveis estimadas/m ² de <i>M. chartacea</i> coletadas no começo (3/Outubro/2012) e no final da estação chuvosa (13/Março/2013)	47
Tabela 9. Resposta germinativa à dessecação de sementes de <i>M. chartacea</i>	48
Tabela 10. Resposta germinativa das sementes de <i>M. chartacea</i> com distintos teores de umidade e armazenadas por 93 dias sob baixas temperaturas.	49
Tabela 11. ANOVA de dos fatores comparando a porcentagem de germinação corrigidas sementes de <i>M. chartacea</i> conforme o teor de água, temperatura de armazenamento e sua interação.	50
Tabela 12. ANOVA de dos fatores comparando o tempo médio de germinação corrigida das sementes de <i>M. chartacea</i> conforme o teor de água, temperatura de armazenamento e sua interação.	50
Tabela 13. ANOVA de dois fatores comparando as porcentagens corrigidas de germinação de sementes de <i>M. chartacea</i> conforme o tempo de armazenamento (recém-colhidas e armazenadas por 120 dias a 7°C) e a temperatura de incubação.	53
Tabela 14. Porcentagem de germinação corrigida no escuro de sementes de <i>M. chartacea</i> armazenadas por 120 dias a 7°C (Armazenadas) e sem armazenar (Controle) sob diferentes temperaturas de incubação.....	53
Tabela 15. Resposta germinativa das sementes de <i>M. chartacea</i> incubadas a 25°C sob diferentes condições luminosas.....	59
Tabela 16. Resposta germinativa das sementes de <i>M. chartacea</i> , incubadas a 25°C e luz branca com diferentes irradiâncias.	60

Tabela 17. Resposta germinativa das sementes de <i>M. chartacea</i> incubadas a 25°C sob fotoperíodos.....	62
Tabela 18. Resposta germinativa de sementes <i>M. chartacea</i> à irradiação com diferentes razões vermelho/vermelho extremo (V/VE) e escuro, incubadas a 20°C.	63
Tabela 19. Comparações ortogonais (teste de Scheffé) do tempo médio de germinação de sementes <i>M. chartacea</i> conforme as razões V/VE.....	64
Tabela 20. Resposta germinativa das sementes de <i>M. chartacea</i> , incubadas a 25°C e luz branca constante, com choque térmico e sem ele (controle).....	69
Tabela 21. Variação do tempo médio de germinação das sementes de <i>M. chartacea</i> incubadas a 25°C e luz branca constante com diferentes fitorreguladores aplicados a cada quatro dias ou uma única vez, por 6 dias corridos.	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 CAPÍTULO 1:	18
MORFOMETRIA, VIABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO GERAL DE FRUTOS E SEMENTES	18
2.1 Introdução	18
2.2 Material e métodos	19
2.2.1 Área de coleta e implantação de experimentos.....	19
2.2.2 Biometria de Frutos e Sementes.....	19
2.2.3 Conteúdo de água, embebição, germinação e inibidores no fruto.....	20
2.3 Resultados	22
2.3.1 Biometria de frutos e sementes.....	22
<i>Peso dos frutos e relação com peso e número de sementes</i>	27
2.3.2 Conteúdo de água, embebição, germinação e inibidores.....	29
<i>Dinâmica de embebição e teor de água das sementes</i>	30
<i>Inibidores da germinação no fruto</i>	30
<i>Viabilidade, % embriões e germinação ao longo da época de dispersão</i>	31
3 CAPÍTULO 2:	34
ARMAZENAMENTO, LONGEVIDADE ECOLÓGICA E BANCO DE SEMENTES NO SOLO	34
3.1 Introdução	34
3.2 Material e métodos	35
3.2.1 Armazenamento, longevidade ecológica e banco de sementes no solo.....	35
3.2.2 Banco de sementes do solo.....	37
3.2.3 Comportamento no armazenamento.....	38
3.2.4 Pós-maturação.....	38
3.3 Resultados	39
3.3.1 Armazenamento, longevidade ecológica e banco de sementes no solo.....	39
3.3.2 Banco de sementes no solo.....	45
3.3.3 Comportamento no armazenamento.....	47
3.3.4 Pós-maturação.....	50
4 CAPÍTULO 3:	54

SENSIBILIDADE DAS SEMENTES DE M. CHARTACEA À LUZ, TEMPERATURA E FITORREGULADORES.	54
4.1 Introdução	54
4.2 Material e métodos	55
4.2.1 Sensibilidade da semente à luz, temperatura e fitorreguladores.....	55
4.2.2 Resposta germinativa da semente em gradiente térmica, interação luz-temperatura e choque térmico.....	57
4.2.3 Resposta germinativa da semente a fitorreguladores.....	58
4.3 Resultados	58
4.3.1 Sensibilidade da semente à luz.....	58
4.3.2 Resposta germinativa da semente a gradiente térmica, interação luz-temperatura e choque térmico.....	65
4.3.3 Resposta germinativa da semente a fitorreguladores.	69
5 DISCUSSÃO GERAL	71
6 CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é uma das maiores formações vegetais do Brasil, ocupando cerca de 23% do território nacional. Este Domínio apresenta uma grande riqueza de espécies de plantas lenhosas (pelo menos 774 espécies) e um alto nível de endemismo (43% das espécies). Além disso, a diversidade local (alfa) é baixa, mas a diversidade regional (gama) é alta, apresentando uma alta rotatividade de espécies e uma alta heterogeneidade entre as áreas de Cerrado (Ratter *et al.*, 1997), o que demonstra a importância de estudos em diferentes áreas com esse tipo de formação vegetal. Apesar da importância do Cerrado em extensão, riqueza de espécies e endemismo, mais de 35% da sua cobertura vegetal original foi modificada e isolada por atividades antrópicas (Ratter *et al.*, 1997). Segundo Myers *et al.*, (2000) o alto nível de endemismo e a perda acelerada de cobertura vegetal original fazem do Cerrado uma zona prioritária de conservação.

O clima do Cerrado é marcadamente sazonal, com uma forte estação seca e uma estação chuvosa. A precipitação média para 90% da área do Cerrado vai dos 800 até 2000 mm, e a temperatura média anual está entre 18 e 28°C. Os solos são distróficos, com baixos pH, baixa disponibilidade de cálcio e magnésio, e altos níveis de alumínio. A maioria são oxisois, sempre bem drenados o que favorece o déficit hídrico nas camadas mais superficiais do solo. A fisionomia do Cerrado pode variar desde campos densos com pequenas árvores e arbustos dispersos até arvoretas muito densas com dossel de 12 a 15m de altura e baixa cobertura de gramíneas (Ratter *et al.*, 1997).

Acreditava-se que o caráter fortemente sazonal do clima do Cerrado, com uma marcada estação seca, limitava o estabelecimento e a permanência das populações de plantas via plântulas, favorecendo-se a reprodução vegetativa. Mas assim como em outras fisionomias sazonalmente secas, por exemplo, Barro Colorado no Panamá (Garwood 1983), a reprodução sexuada e o estabelecimento de plântulas no Cerrado é comum e envolve mecanismos que permitem este tipo de reprodução nas condições do Cerrado (Laboriau *et al.*, 1964). Garwood (1983) no Panamá encontrou três síndromes de germinação, as quais sincronizam a germinação das sementes com o começo da estação chuvosa permitindo que as plântulas aproveitem quase toda a época de crescimento. Na síndrome tardia chuvosa, as sementes são dispersas na época chuvosa, mas somente germinam na

próxima estação chuvosa, permanecendo dormentes no solo. Na síndrome intermediária seca, as sementes são dispersas na seca, permanecendo dormentes no solo até a estação chuvosa, que em geral é próxima. Por fim, a síndrome rápida chuvosa, na qual a frutificação está sincronizada com a época chuvosa, sendo que as sementes são liberadas da planta mãe no início da época chuvosa e germinam rapidamente. Portanto, a dormência primária das sementes e a sincronização da frutificação com a época chuvosa são mecanismos alternativos que permitem que a reprodução sexuada seja comum e viável em ambientes sujeitos a secas sazonais.

Os dados disponíveis do Cerrado indicam que as três síndromes poderiam acontecer, já que em geral as espécies anemocóricas são dispersas na estação seca, e a maioria das zoocóricas são dispersas no início da época chuvosa, mas cerca de 25% destas espécies frutificam na época seca (Oliveira, 1998). Além disso, algumas espécies zoocóricas dispersas na época chuvosa apresentam dormência, enquanto outras germinam rapidamente. Por enquanto ainda faltam trabalhos que permitam uma avaliação mais geral que indique a presença dessas síndromes e sua importância relativa (Oliveira, 1998).

Embora trabalhos anteriores tenham mostrado que algumas espécies de Cerrado germinam relativamente bem em condições de laboratório (Felippe e Silva, 1984; Zaidan e Carreira, 2007), ainda se fazem necessários estudos que tratem a germinação de sementes de plantas do Cerrado dentro de uma perspectiva ecológica, valorizando-se a experimentação no ambiente natural. Estudos dessa natureza permitirão cada vez mais compreender o papel da germinação na reprodução de espécies do Cerrado no seu próprio ambiente, principalmente em áreas pequenas e relativamente isoladas. As informações obtidas poderão também vir a auxiliar na compreensão dos mecanismos que permitem a manutenção da diversidade de espécies no Cerrado.

A família Melastomataceae encontra-se entre as mais abundantes dentro das fisionomias do Cerrado, particularmente na reserva “Prof. Dr. Karl Arens”, pertencente à Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, localizada no município de Corumbataí, Estado de São Paulo (Cesar *et al.*, 1988). Dentro da família, o gênero *Miconia* é o que apresenta o maior número de espécies, sendo 250

delas representadas no Brasil (Martins *et al.*, 1996), e pelo menos sete espécies encontradas na reserva Prof. Karl Arens.

Miconia chartacea Triana, está entre as seis espécies lenhosas com maior índice de valor de importância (IVI) e apresenta o maior índice de importância para o gênero na reserva de Cerrado “Prof. Dr. Karl Arens” (Pinheiro 2006). Além disso, esta espécie apresenta uma alta abundância de indivíduos em fase reprodutiva na reserva (observação pessoal). Não obstante *M. chartacea* apresentar alto IVI na reserva e uma distribuição relativamente ampla no Brasil (Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), nos domínios fitogeográficos Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Goldenberg 2010), existe um grande vazio no conhecimento da ecofisiologia da germinação e morfologia das sementes da espécie.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo geral registrar características morfofisiológicas das sementes de *Miconia chartacea* (Melastomataceae) ocorrente na reserva de Cerrado “Prof. Karl Arens”, no município de Corumbataí (SP), que possam auxiliar na compreensão dos mecanismos que permitem a perpetuação de espécies vegetais no Cerrado. A dissertação está organizada em três capítulos. No capítulo 1 as sementes foram descritas em termos da distribuição de frequência do peso, número de sementes por fruto, conteúdo de umidade, capacidade de embebição, viabilidade ao longo da frutificação e presença de inibidores da germinação no fruto. No capítulo 2 foi estimada a longevidade ecológica e potencial das sementes, a formação de banco de sementes no solo, a resposta de germinação em função do armazenamento e a possível ocorrência de pós-maturação. No capítulo 3, foi avaliada a resposta das sementes à luz, temperatura e fitorreguladores.

Por tratar-se de uma pesquisa de caráter eminentemente prospectivo e descritivo, a mesma não contempla em princípio uma “hipótese de trabalho”, mas algumas hipóteses de cunho ecofisiológicos poderão ser levantadas a partir dos resultados obtidos. Não obstante, espera-se encontrar sementes com forte comportamento fotoblástico – a exemplo de outras Melastomataceae – em condições de laboratório e, portanto, elevada sensibilidade à luz no ambiente natural, o que poderia afetar a distribuição das plântulas dessa espécie.

2 CAPÍTULO 1: MORFOMETRIA, VIABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO GERAL DE FRUTOS E SEMENTES

2.1 Introdução

As características morfológicas das sementes como peso, conteúdo de água, porcentagem de sementes com embrião e capacidade de embebição, afetam direta ou indiretamente a dinâmica da germinação, influenciando a capacidade de enterramento, dispersabilidade, predação, patogêneses, conteúdo de reservas e capacidade de se estabelecer em diferentes ambientes (Dalling 2002; Foster e Janson 1985; Mantilla 2004; Vázquez-Yánes e Orozco-Segovia 1993; Westoby *et al.* 1990).

Segundo Dalling (2002); Foster e Janson (1985); Rockwood (1985), tanto em bosques tropicais como em bosques temperados, existe uma relação entre o tamanho das sementes e as condições de estabelecimento das plântulas. Assim, as espécies pioneiras (*sensu* Swaine e Whitmore 1988) teriam sementes mais leves que as espécies não pioneiras, embora Foster e Janson (1985) relatem que a distribuição dos pesos médios das sementes na floresta tropical úmida seja unimodal e não bimodal.

Espécies pioneiras só podem se estabelecer em clareiras de bosque ou áreas abertas, as quais são muito efêmeras e imprevisíveis no tempo e espaço. Uma estratégia para assegurar uma dispersão bem sucedida e que perpetue a população é aumentar o número de sementes produzidas por indivíduo, o que implicaria em uma redução do tamanho da semente, aumentando-se assim a probabilidade de que alguma semente alcance uma clareira (Dalling 2002). Outra vantagem que oferecem as sementes pequenas às espécies pioneiras é a facilidade que têm para se enterrar, enquanto que as sementes grandes usualmente requerem agentes externos (Dalling 2002).

Saraiva (1993) estudou a biologia reprodutiva de 28 espécies lenhosas na Reserva Karl Arens e encontrou que nove apresentam apomixia e todas elas pertencem a *Miconia* e *Leandra*. Segundo Renner (1989) a apomixia é comum em

Melastomataceae estando presente em 6 gêneros e 22 espécies no Brasil e na Venezuela. *M. chartacea* apresenta apomixia, já que 97% dos grãos de pólen são abortivos e a produção de frutos é muito alta (Saraiva 1993). Como consequência da apomixia é comum encontrar sementes maduras sem embrião, portanto, é importante conhecer a porcentagem de sementes com embrião em cada coleta para interpretar adequadamente os ensaios de germinação.

O objetivo deste capítulo é descrever características morfofisiológicas das sementes de *M. chartacea* que podem auxiliar na compreensão da ecologia da germinação e estabelecimento de plântulas no Cerrado. Foi caracterizada a distribuição de peso fresco das sementes, peso dos frutos conforme sua maturidade, número de sementes por fruto, conteúdo de água, capacidade de embebição, viabilidade e frequência de sementes com embrião ao longo da época reprodutiva e presença de inibidores da germinação no fruto.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Área de coleta e implantação de experimentos

As coletas de frutos e os experimentos no campo foram realizados na reserva de Cerrado “Prof. Karl Arens”, no município de Corumbataí, Estado de São Paulo (22° 15' S e 47° 00' W). Essa reserva é um remanescente de Cerrado com área de 38,7ha, que foi doado ao Instituto de Biociências da Unesp, campus de Rio Claro, em 1995. A área abriga cerrado stricto sensu (s.s.) e cerradão, e desde 1962 não foram registrados incêndios no local (Pinheiro 2006). O remanescente apresenta clima tropical úmido, com um período seco e frio desde abril até setembro e um período chuvoso e quente se estendendo de outubro a março. A temperatura e precipitação médias no município (anos 1941 a 1970) foram 22°C e 1342mm, respectivamente, segundo os dados do Núcleo de Monitoramento Macroclimático (NURMA), do Departamento de Física e Meteorologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP (Pinheiro 2006).

2.2.2 Biometria de Frutos e Sementes

Foram avaliadas as seguintes características morfométricas das sementes: a) distribuição de frequência do peso fresco de sementes individuais, a partir de três

amostras de 272, 227 e 203 sementes, respectivamente, retiradas aleatoriamente das coletas realizadas em 25/Abril/2012, 06/Junho/2012 e 15/Abril/2013; b) distribuição de frequência do número de sementes por fruto, a partir de coletas feitas em 8/Maio/2012, 6/ Junho /2012, 19/ Junho /2012 e 15/ Abril /2013, totalizando 390 frutos; c) relação entre peso das sementes e número de sementes por fruto, feita com 524 sementes das quais 227 foram coletadas em 6/ Junho /2012, 94 em 19/ Junho /2012 e 203 em 15/ Abril /2013. Em todos os casos foram utilizadas sementes recém-extraídas dos frutos.

O peso fresco dos frutos em diferentes estágios de maturidade (imaturo, intermediário e maduro) foi estimado a partir de três amostras de 120, 106 e 120 frutos, respetivamente. O peso fresco das sementes nos diferentes estágios de maturidade foi estimado por intermédio da pesagem individual de 94 sementes correspondentes a cada estágio. O teor de umidade das sementes foi calculado com base na massa de matéria fresca, utilizando-se três repetições de 1,5g cada, as sementes foram secas por 24h em forno a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$. Foram utilizados frutos armazenados por dois dias e sementes recém-extraídas a partir da coleta realizada em 19 de Junho de 2012.

Para saber se o peso do fruto é afetado pelo peso e número de sementes por fruto, e se o investimento no peso total de sementes varia com o peso do fruto, foram feitas regressões do peso do fruto sobre o peso médio das sementes (n=41 frutos); peso do fruto sobre o número de sementes por fruto (n=90 frutos); e peso do fruto sobre a porcentagem do peso do fruto alocado a massa de sementes (n=70 frutos). A porcentagem do peso do fruto alocado à massa de sementes foi obtida dividindo-se o peso fresco de todas as sementes do fruto pelo peso fresco do fruto, e depois multiplicando-se por 100 . Foram utilizados frutos e sementes recém-colhidos da coleta feita em 19 de junho de 2012.

2.2.3 Conteúdo de água, embebição, germinação e inibidores no fruto.

Foi registrada a porcentagem corrigida e taxa média de germinação das sementes em três estágios de maturidade (imaturo, intermediário e maduro), a porcentagem corrigida foi obtida dividindo a porcentagem de germinação bruta pela viabilidade máxima do lote e multiplicando por cem [%G corrigida=(%G bruta/%Viabilidade máxima do lote)*100]; a taxa média de germinação foi calculada

conforme Ranal e Santana (2006). Os ensaios foram realizados sob luz branca constante e 25°C, sendo utilizadas quatro repetições de 25 sementes cada. As sementes que não germinaram foram submetidas a teste de tetrazólio a 1% para avaliar a porcentagem de viabilidade em cada estágio de maturidade. O teste de tetrazólio foi feito embebendo por 24-48h a 30°C em solução de tetrazólio a 1% no escuro sementes cortadas transversalmente, considerando-se viáveis as sementes coradas de rosa escuro a vermelho.

A dinâmica de embebição foi descrita para sementes escarificadas mecanicamente com lixa e para semente intactas, sendo utilizadas quatro réplicas de 74 sementes por tratamento. As sementes foram mantidas a 25°C sob luz branca contínua, em caixas de germinação (gerbox), sobre duas folhas de papel filtro umedecido e cobertas com uma folha umedecida com água destilada. Foi registrado o aumento percentual de peso fresco (P%) das sementes nos intervalos de tempo usando-se a fórmula: $P\% = [(P_2 - P_1) / P_1] \cdot 100$, onde P_1 e P_2 representam os pesos frescos nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente.

O teor de umidade das sementes recém-extraídas, coletadas em 19/Junho/2012 e em 15/Abril/2013, foi calculado em base na massa fresca (como descrito anteriormente), utilizando três repetições de 1,5g cada.

Para testar se os frutos de *M. chartacea* apresentam inibidores da germinação, foi realizado um bioensaio de germinação com sementes de alface (quatro placas de Petri com 30 sementes cada), usando-se como tratamento 2mL por placa de extrato aquoso dos frutos (50%) e tendo como controle água destilada. O extrato foi obtido esmagando manualmente os frutos (cerca de 60) através de tecido de algodão e diluindo o sumo com água destilada. O bioensaio foi mantido sob luz branca constante à temperatura de 25°C. O experimento foi acompanhado por 36 dias registrando-se a porcentagem de germinação final e o número de plântulas normais (ISTA 1999).

As porcentagens de viabilidade e de sementes com embrião foram registradas para cinco coletas realizadas em 2012 (08/Maio, 06/Junho, 19/Junho, 01/Agosto e 03/Setembro) e três em 2013 (15/Abril, 15/Maio e 21/Maio). Ditas coletas abrangeram a época de disseminação no local de estudo em cada ano. A porcentagem de viabilidade foi medida como o número de sementes com embriões

corados de vermelho pelo sal de tetrazólio (1%) dividido pelo número total de sementes na repetição. A porcentagem de sementes com embrião foi medida como o número de sementes com embrião, dividido pelo número total de sementes na repetição. Na coleta de 08/Maio/2012 foram feitas três repetições de 30 sementes cada, ao passo que nas outras coletas foram utilizadas quatro repetições de 30 sementes cada.

As porcentagens de germinação bruta e corrigida, assim como a taxa e o tempo médios de germinação (calculados conforme Ranal e Santana, 2006) foram registrados para seis coletas em 2012 (24/Abril, 08/Maio, 06/Junho, 19/Junho, 01/Agosto e 03/Setembro) e duas em 2013 (15/Abril e 21/Maio). Considerou-se como germinação bruta o número de sementes germinadas dividido pelo número de sementes na repetição, e germinação corrigida como a porcentagem de germinação em relação à viabilidade máxima do lote. Nas coletas de 24/Abril/2012, 08/Maio/2012, 06/Junho/2012 e 19/Junho/2012, foram feitas quatro repetições de 25 sementes cada, enquanto que nas coletas de 01/Agosto/2012, 03/Setembro/2012, 15/Abril/2013 e 21/Maio/2013 foram feitas cinco repetições de 30 sementes cada. Foram utilizadas sementes com até sete dias de armazenamento, exceto nas sementes coletadas em 08/Maio/2012, que foram armazenadas por 30 dias em sacolas de papel em laboratório, à temperatura de 25°C.

2.3 Resultados

2.3.1 Biometria de frutos e sementes

O peso fresco médio e mediano das sementes variou de 0,0157 a 0,0183g e a moda de 0,0149 a 0,0194g (Tabela 1). Nas coletas de abril e junho de 2012, as sementes com peso entre 0,0136 e 0,0192g apresentaram a maior frequência relativa (Figura 1). Já nas sementes coletadas em abril de 2013 os pesos frescos mais frequentes estiveram entre 0,015 e 0,0219g (Figura 1). Levando-se em consideração as três coletas, 50% das sementes pesaram entre 0,015 e 0,0205g (Figura 1).

O peso fresco das sementes de cada coleta, assim como o total dos dados, seguiu uma distribuição contínua unimodal que diferiu da normalidade (Kolmogorov-Smirnov, $P=0,045$). As curtoses e assimetrias são levemente positivas nas coletas

de abril e junho de 2012 e nos dados agrupados. Portanto, os pesos frescos estão mais concentrados em torno da média do que na distribuição normal, além de apresentar uma cauda à direita (Fig.1 e Tabela 1). Entretanto, as sementes coletadas em abril de 2013 apresentaram a maior curtose e o coeficiente de assimetria mais perto de zero (o único negativo), assim em dita coleta o peso das sementes esteve mais concentrado entorno da média e com maior proporção de sementes pesadas (peso maior ao peso médio) que nas outras coletas. Além disso, o peso fresco das sementes desta coleta é estatisticamente maior do que nas outras duas (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$).

Tabela 1. Estatísticas descritivas do peso fresco de sementes de *Miconia chatacea* coletadas em 25/Abril/2012, 06/Junho/2012 e 15/Abril/2013, bem como o total.

Peso sementes (g)	Total	25/04/2012	06/06/2012	15/04/2013
Média	0.0165	0.0157	0.0157	0.0183
Erro padrão	0.0002	0.0003	0.0004	0.0003
Médiana	0.0165	0.0157a	0.0158a	0.0188b
Moda	0.0149	0.0179	0.0161	0.0194
Desv. Padrão	0.0054	0.0050	0.0060	0.0049
Curtose	0.3156	0.3889	0.4152	0.6912
Assimetria	0.2352	0.2938	0.4749	-0.0404
Mínimo	0.0025	0.0025	0.0031	0.0048
Máximo	0.0358	0.0323	0.0358	0.0340
N	702	272	227	203
Coef. Var. %	33.07	31.56	38.37	27.02

Letras diferentes indicam diferenças altamente significativas (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$).

A distribuição de frequência do peso fresco das sementes variou conforme o número de sementes por fruto (Fig. 2). Por exemplo, nos frutos que têm uma semente o peso delas variou de 0,018 até 0,036g, enquanto que frutos com quatro sementes apresentaram sementes cujo peso variou de 0,004 até 0,018g (Fig. 2). O pico de peso fresco variou com o número de sementes por fruto, ou seja, a moda foi 0,009g em frutos com quatro sementes; 0,012g em frutos com três; 0,021g em frutos com duas e 0,03g em frutos com uma única semente (Fig. 2). A distribuição de frequências de peso fresco das sementes (total de sementes) esteve muito influenciada pela abundância relativa dos frutos que apresentaram uma, duas, três ou quatro sementes, assim as sementes que provinham de frutos que têm duas sementes (a maioria dos casos, com cerca de 60%, Fig. 6) ditam a tendência geral da distribuição de frequências de peso fresco das sementes, entretanto a baixa

proporção de frutos com somente uma semente (Fig. 6) explicaria a cauda à direita da figura 2.

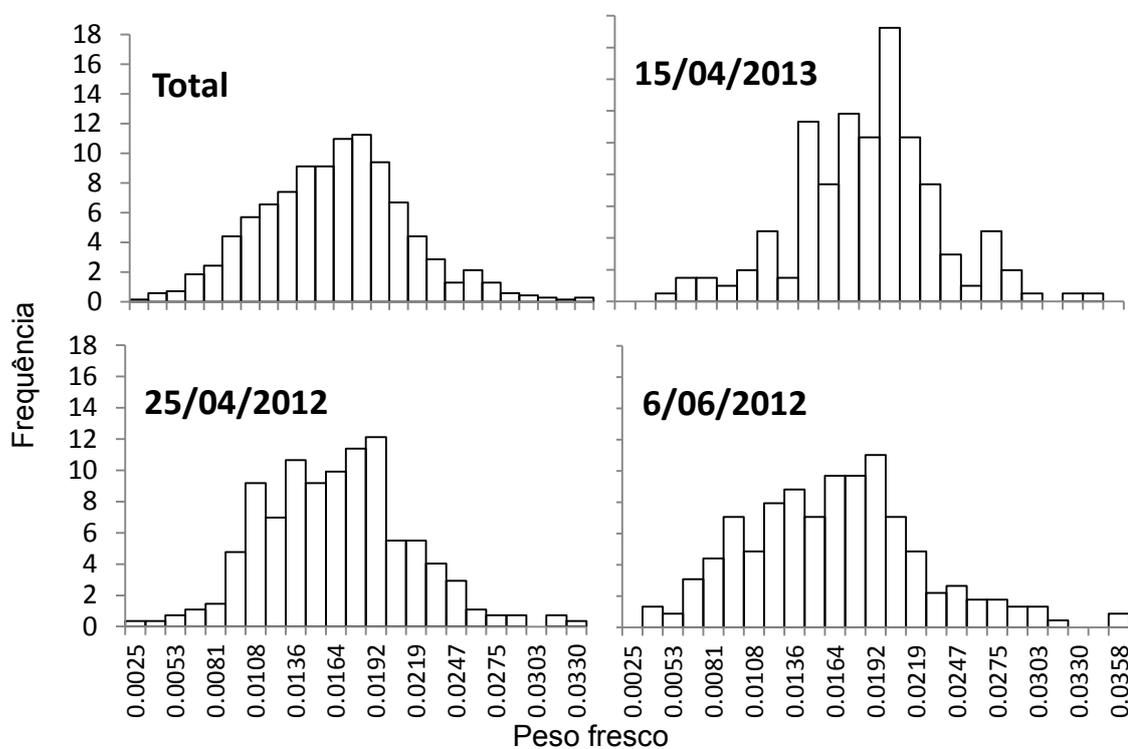


Figura 1. Distribuição de frequência relativa do peso fresco de sementes de *Miconia chatacea* coletadas em 25/Abril/2012, 06/Junho/2012 e 15/Abril/2013. N=702

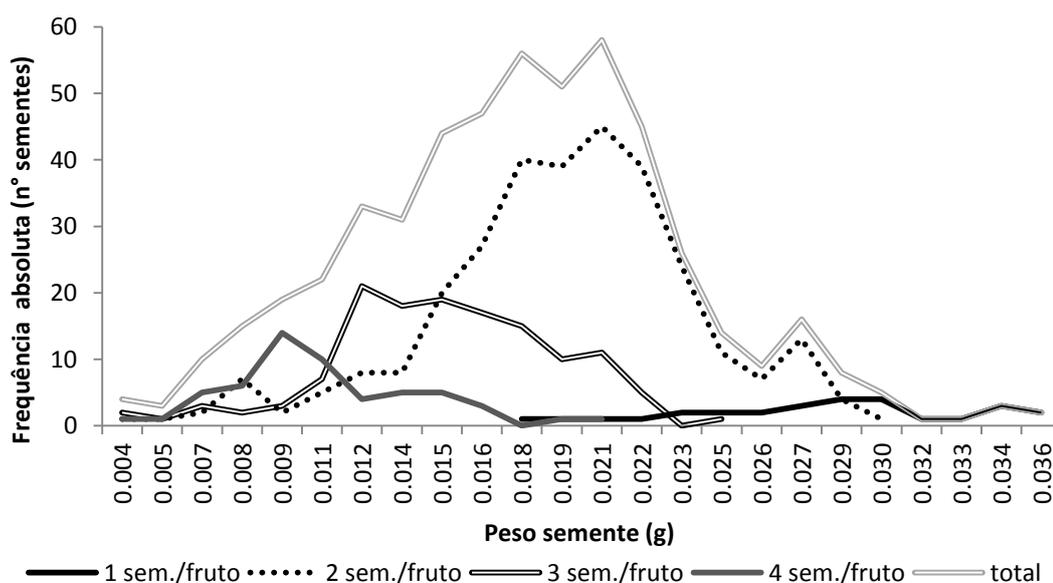


Figura 2. Distribuição de frequências do peso fresco de sementes de *Miconia chartacea* segundo o número de sementes por fruto. N=524

Considerando-se que a distribuição de frequências do peso fresco das sementes variou conforme o número de sementes por fruto (Fig. 2), isso explicaria a diferença no peso fresco das sementes em relação ao número de sementes por fruto; ou seja, à medida que aumenta o número de sementes por fruto diminui o peso de cada semente (Figura 3). A correlação negativa entre peso das sementes e número de sementes por fruto foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$) e tal relação se apresentou nas três coletas (6/Junho/12, 19/Junho/12, e 15/Abril/13; Figura 4). Além disso, o coeficiente de variação do peso fresco das sementes aumentou com o número de sementes por fruto ($p < 0,001$; Figura 5), o que pressupõe que frutos com mais sementes apresentaram uma maior heterogeneidade no peso das sementes. A relação entre peso das sementes e número de sementes por fruto (Figura 3) e a distribuição heterogênea da frequência de frutos com diferente número de sementes (Fig. 6) ajuda a explicar o coeficiente de variação de peso de sementes relativamente alto (Tabela 1).

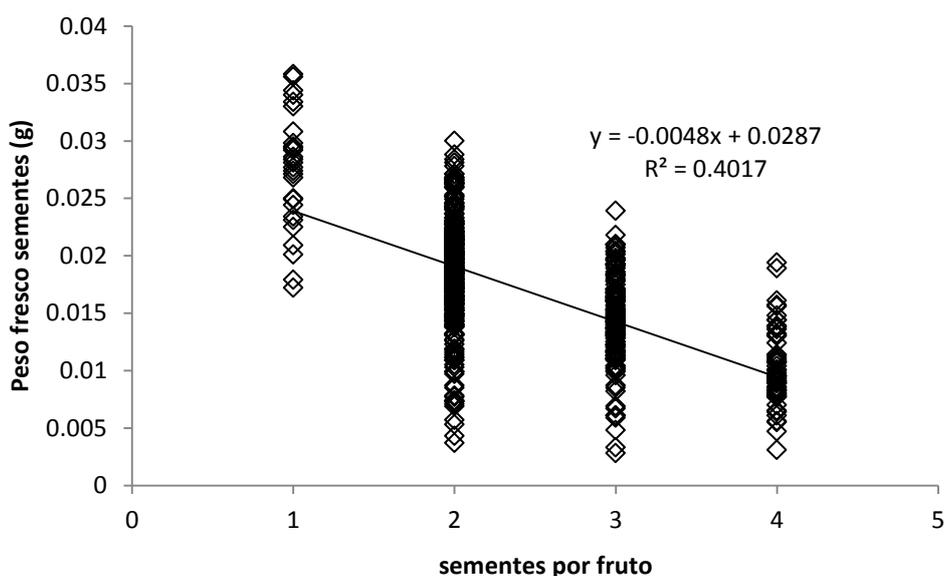


Figura 3. Relação entre número de sementes por fruto e o peso fresco de cada semente de *Miconia chartacea*. N=524, $p < 0,001$.

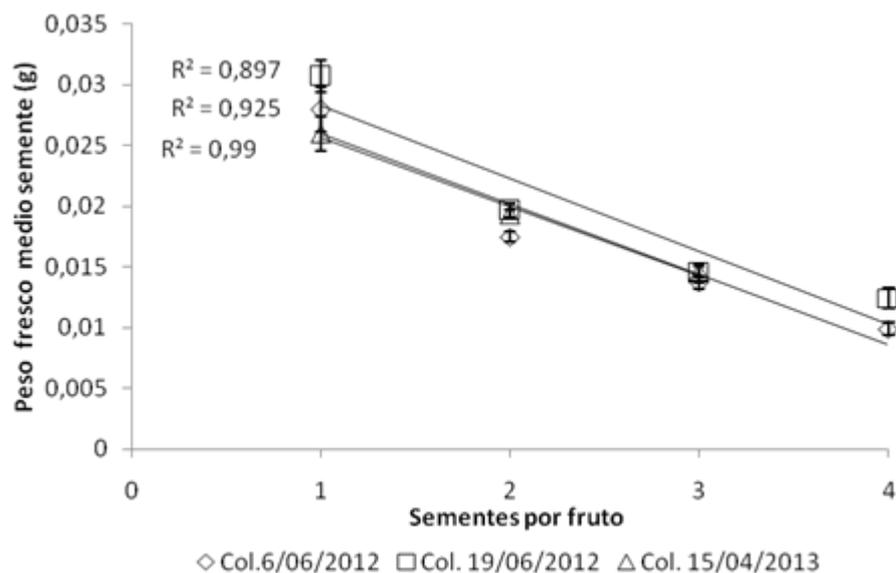


Figura 4. Relação entre número de sementes por fruto e o peso fresco médio de sementes de *Miconia chartacea*, segundo a data de coleta. N=524, F<0,001.

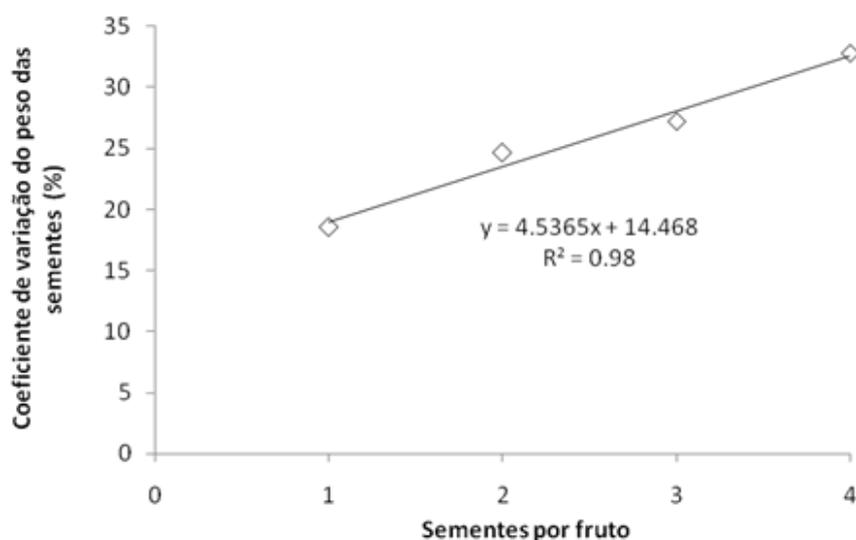


Figura 5. Relação entre o coeficiente de variação do peso fresco das sementes e o número de sementes de *Miconia chartacea* por fruto. N=524, F<0,001.

Baseado em quatro coletas (8/Maio/2012, 6/Junho/2012, 12/Junho/2012 e 15/Abril/2013), a distribuição de frequência do número de sementes por fruto não foi homogênea ($\chi^2 < 0,001$). Assim, os frutos com duas sementes foram os mais comuns, representando perto de 60% dos frutos, seguidos dos frutos com três sementes (20%) e frutos com uma e quatro sementes (ca. 8% cada) (Fig.6). Além disso, o

número de sementes por fruto não variou com o peso dos frutos (Anova, $p=0,089$), sendo os frutos com duas sementes os mais comuns, independentemente do peso. Frutos com cinco sementes ocorreram apenas na coleta de maio de 2012, representando menos de 2% dos frutos. As coletas não diferiram entre si quanto às distribuições de frequência de número de sementes por fruto.

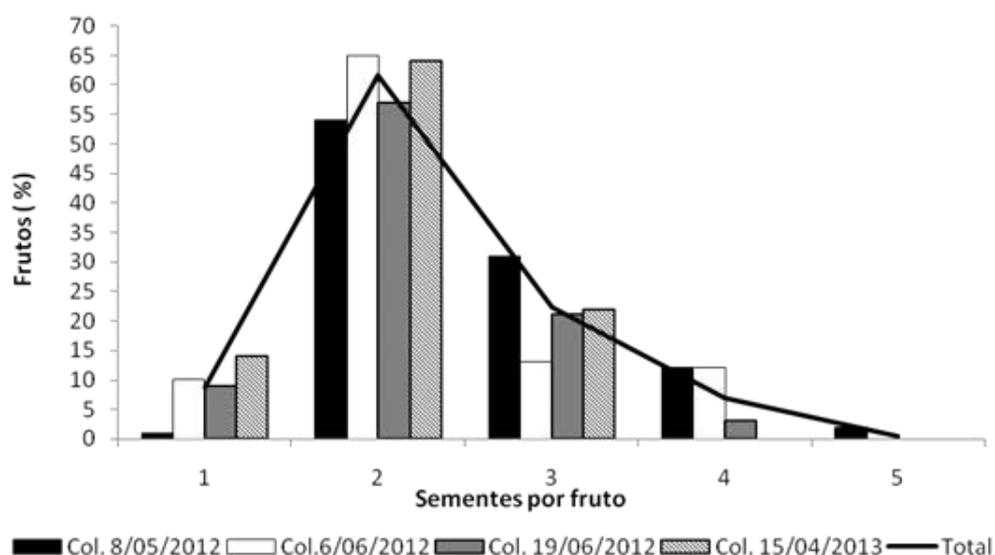


Figura 6. Distribuição de frequência do número de sementes por fruto de *Miconia chartacea* em quatro coletas (barras), e o valor médio ponderado das coletas (Total, linha). N=390

Peso dos frutos e relação com peso e número de sementes

O peso dos frutos aumentou com o amadurecimento (Anova, $P<0.001$), enquanto que o conteúdo de umidade das sementes diminuiu (Anova, $P=0.001$) (Tab. 2). O aumento de peso dos frutos deve-se mais ao aumento da polpa (peso fresco da polpa) do que ao aumento do peso das sementes. De fato, nos frutos maduros o peso e quantidade das sementes não estão relacionados com o peso dos frutos ($p>0.78$), entretanto, frutos mais pesados apresentaram maior investimento relativo em polpa do que frutos mais leves ($p=0.001$, Fig.7), sendo que tal padrão foi mantido independentemente do número de sementes por fruto.

Tabela 2. Relações entre o estágio de maturação dos frutos e peso fresco do fruto, peso fresco de sementes e teor de umidade das sementes de *Miconia chartacea*.

Estágio do fruto	Peso frutos (g)	Peso sementes (g)	Teor umidade sementes %
Verde	0.062a	0.0195a	43.63a
Intermediário	0.083b	0.0187a	45.32a
Maduro	0.144c	0.0172b	40.13b

Letras diferentes indicam diferenças altamente significativas (Tukey)

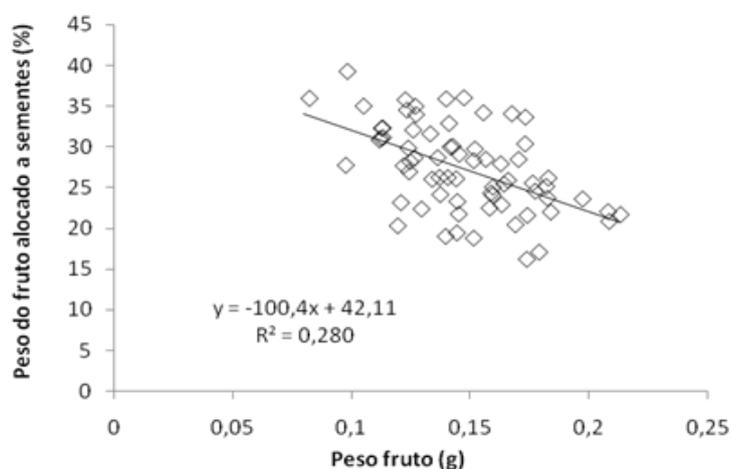


Figura 7. Porcentagem do peso do fruto alocado às sementes conforme o peso do fruto de *Miconia chartacea*. N=70

Como já foi dito, o peso de cada semente diminuiu conforme aumentou o número de sementes por fruto (Fig. 3), entretanto, o peso total das sementes por fruto (o investimento do fruto na massa total de sementes) aumentou com o número de sementes por fruto ($P < 0,001$; Fig. 8).

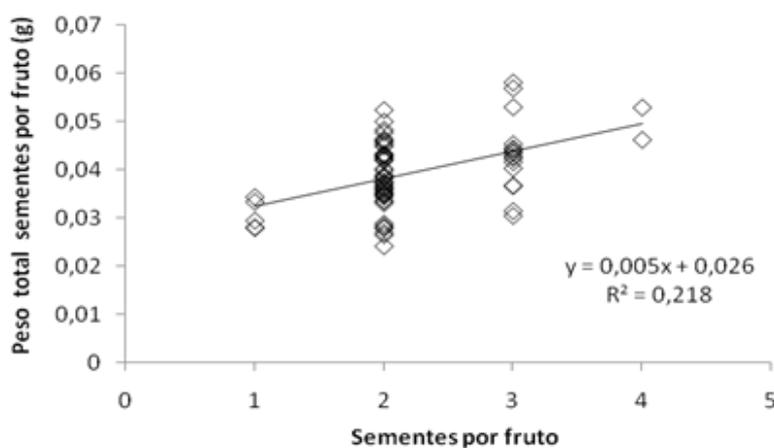


Figura 8. Relação entre o peso total e o número de sementes por fruto de *Miconia chartacea*. N=70

2.3.2 Conteúdo de água, embebição, germinação e inibidores.

O conteúdo de água das sementes diminuiu com o amadurecimento (Anova, $P=0.001$), sendo que sementes de frutos imaturos e intermediários apresentaram conteúdo de umidade entre 43 e 45% (não diferem entre si estatisticamente), enquanto que sementes de frutos maduros apresentaram conteúdo de umidade menor (entre 39 e 41%) do que o de outros estádios. Entretanto, a viabilidade, velocidade e porcentagem de germinação não apresentaram diferenças estatísticas (Kruskal-Wallis, $P<0.1$) com o amadurecimento (Fig. 9).

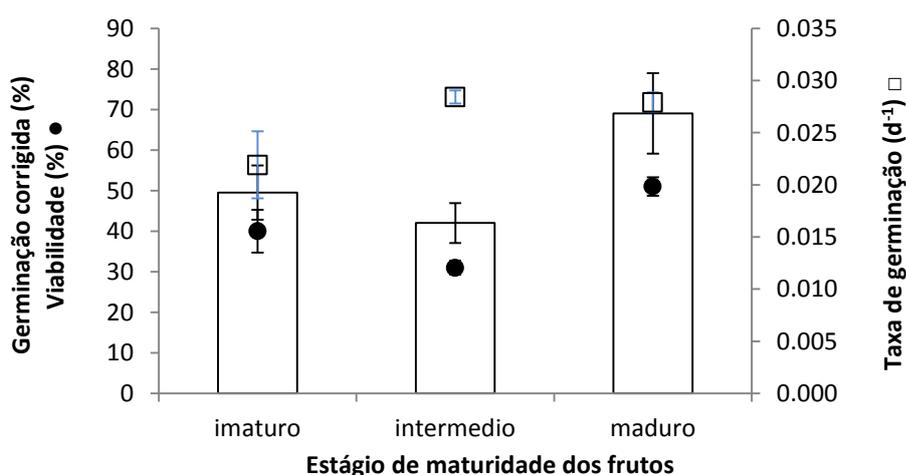


Figura 9. Relação entre o amadurecimento dos frutos e a viabilidade (●), porcentagem (barras) e taxa de germinação (□) das sementes de *Miconia chartacea*. Os intervalos indicam o erro padrão.

Dinâmica de embebição e teor de água das sementes

As sementes escarificadas e intatas de *M. chartacea* não diferem em termos de dinâmica de embebição (Kruskal-Wallis, $P=0.432$). Nas primeiras 20 horas as sementes embeberam rapidamente (aumento de peso fresco entre 32 e 36%), mas entre 20 e 123 horas o aumento de peso foi da ordem de 6 a 8%, ou seja, numa taxa menor. Após 123 horas o peso das sementes se estabilizou (Figura 10). O teor de água das sementes recém-extraídas (coletadas em 19/Junho/2012 e em 15/Abril/2013) foi de $40,1\pm 1,2$ e $41,7\pm 0,7$, respectivamente.

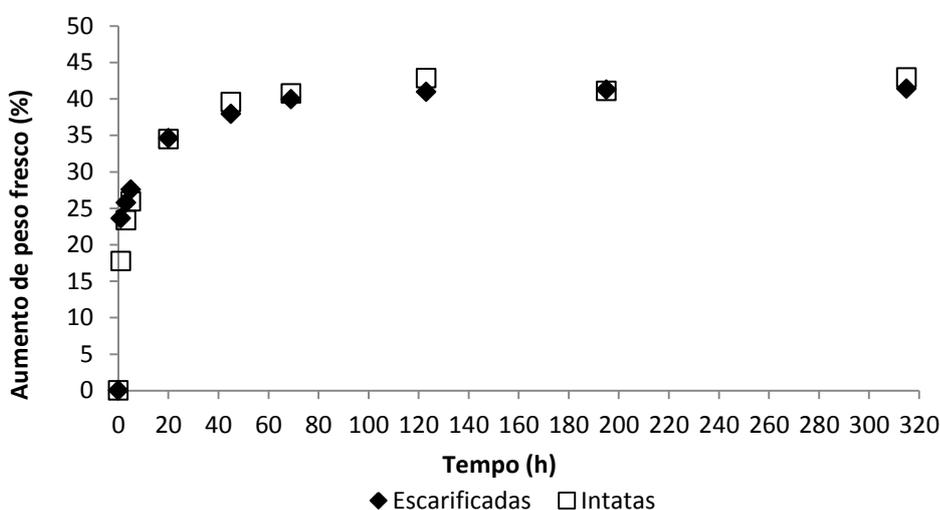


Figura 10. Dinâmica de embebição de sementes de *M. chartacea* escarificadas e intatas.

Inibidores da germinação no fruto

A porcentagem de germinação das sementes de alface incubadas com água destilada ($88\pm 5.8\%$) foi significativamente maior (t-student, $p<0.001$) do que a das sementes incubadas em extrato aquoso de frutos de *M. chartacea* ($21.7\pm 11\%$). Além da baixa porcentagem de germinação das sementes incubadas em extrato aquoso, tais sementes somente começaram a germinar após 22 dias do início do teste, enquanto que as sementes do controle germinaram em dois dias. As plântulas mantidas no extrato aquoso apodreceram após a germinação e nenhuma chegou ao estágio de plântula normal, ao passo que 80% das sementes incubadas em água destilada atingiram a estágio de plântula normal.

Viabilidade, % embriões e germinação ao longo da época de dispersão.

As sementes coletadas em 2012 apresentaram uma viabilidade de $53,8 \pm 8.6\%$, enquanto que a viabilidade das sementes coletadas em 2013 foi de $42,8 \pm 13.8\%$. Das sementes coletadas em 2012, $62.9 \pm 12.3\%$ possuíam embrião, enquanto que nas coletas realizadas em 2013, $43.3 \pm 13.1\%$ apresentaram embrião. A porcentagem de sementes viáveis e com embrião foi significativamente maior em 2012 que em 2013 (t-student, $p=0,014$ e $p<0,001$, respectivamente). A porcentagem de sementes com embrião aumentou desde o começo (Abril) até o fim do período de frutificação (Setembro, em 2012, e Junho em 2013) (F, $p<0.008$; Fig. 11c, d). Entretanto, a viabilidade não diferiu entre as coletas realizadas em 2012 (F, $p=0.135$), mas diferiu entre as de 2013 (F, $p<0.001$; Fig. 11a, b), com as sementes liberadas no fim da época de dispersão apresentando maior viabilidade.

A porcentagem de germinação (bruta e corrigida) não diferiu significativamente entre coletas em 2012 e 2013, e não apresentou nenhuma tendência clara. Entretanto, o tempo médio de germinação tende a diminuir à medida que a data de coleta se aproxima do verão, mas a correlação não foi significativa (Pearson -0.189 ; $p=0.356$; coletas de 2012), sendo que em nenhuma coleta o tempo médio de germinação foi menor do que 30 dias. As duas coletas de 2013 não diferiram quanto ao tempo médio de germinação (t; $p=0.258$; Tab. 3).

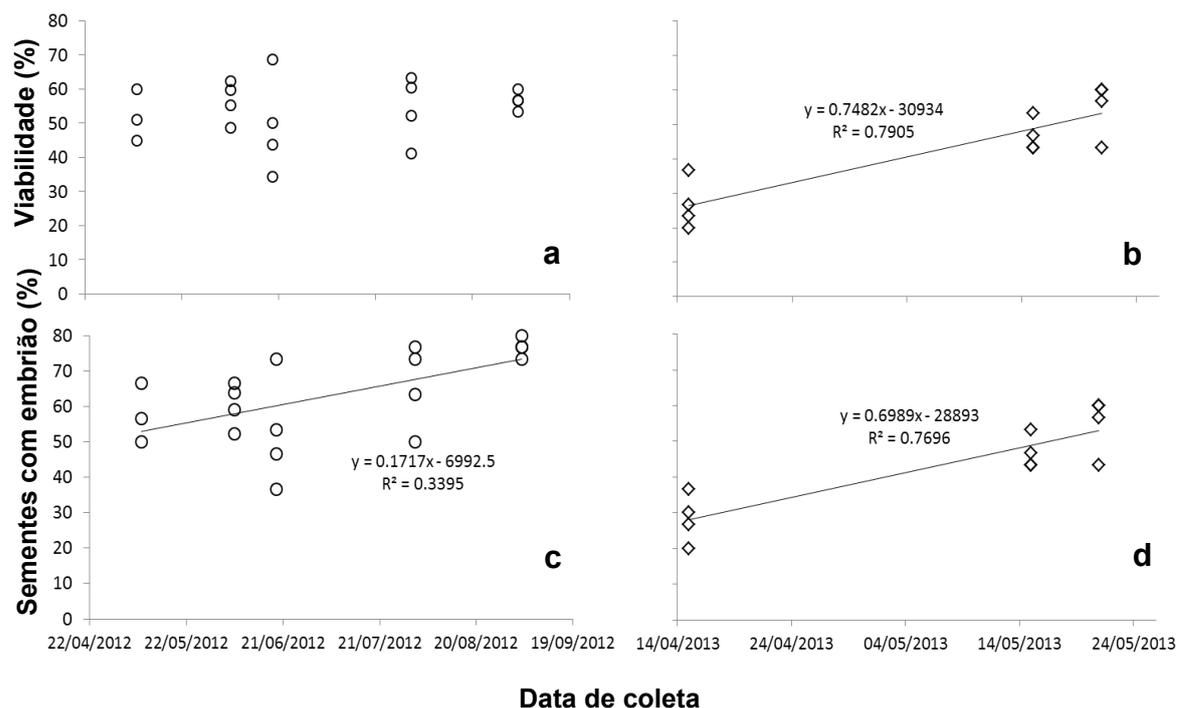


Figura 11. Variação temporal na porcentagem de sementes de *Miconia chartacea* com embrião e viáveis durante a época de dispersão nos anos 2012 (a,c) e 2013 (b,d). As regressões lineares (b, c, d) são altamente significativas.

Tabela 3. Porcentagem, tempo médio e taxa média de germinação de sementes coletadas em diferentes datas em 2012 e 2013 e incubadas sob luz branca e 25°C constantes.

Data coleta	Germinação bruta (%)	Germinação corrigida (%)	Tempo médio germinação (d)	Taxa média germinação (d ⁻¹)
24/04/2012	41.0±13.2 a	64.1±20.7 a	53.1±6.6 a	0.019±0.003 a
08/05/2012	30.0±2.3 a	46.9±3.6 a	38.7±3.4 bc	0.026±0.002 bc
06/06/2012	39.0±7.6 a	57.4±11.1 a	39.9±5.5 bc	0.025±0.003 bc
19/06/2012	46.0±14.8 a	69.0±22.2 a	35.8±2.8 bc	0.028±0.002 bc
01/08/2012	45.3±13.0 a	71.5±20.6 a	33.3±2.1 c	0.030±0.002 c
03/09/2012	37.5 ± 5.27 a	62.5 ± 8.9 a	43.6 ± 9.5 ab	0.02 ± 0.005 ab
15/04/2013	26.7±8.5 a	72.7±23.2 a	36.6±5.7 b	0.028±0.004 b
21/05/2013	34.7±9.6 a	57.8±16.0 a	33.4±3.7 b	0.030±0.003 b

Letras diferentes indicam diferenças altamente significativas (Tukey, $p < 0,05$).

A distribuição dos tempos de germinação das sementes coletadas em 2012 e 2013, incubadas sob luz constante e 25°C, exibiu um padrão multimodal (germinação intermitente), com uma elevada dispersão da germinação no tempo e, portanto uma alta assincronia (Fig. 12).

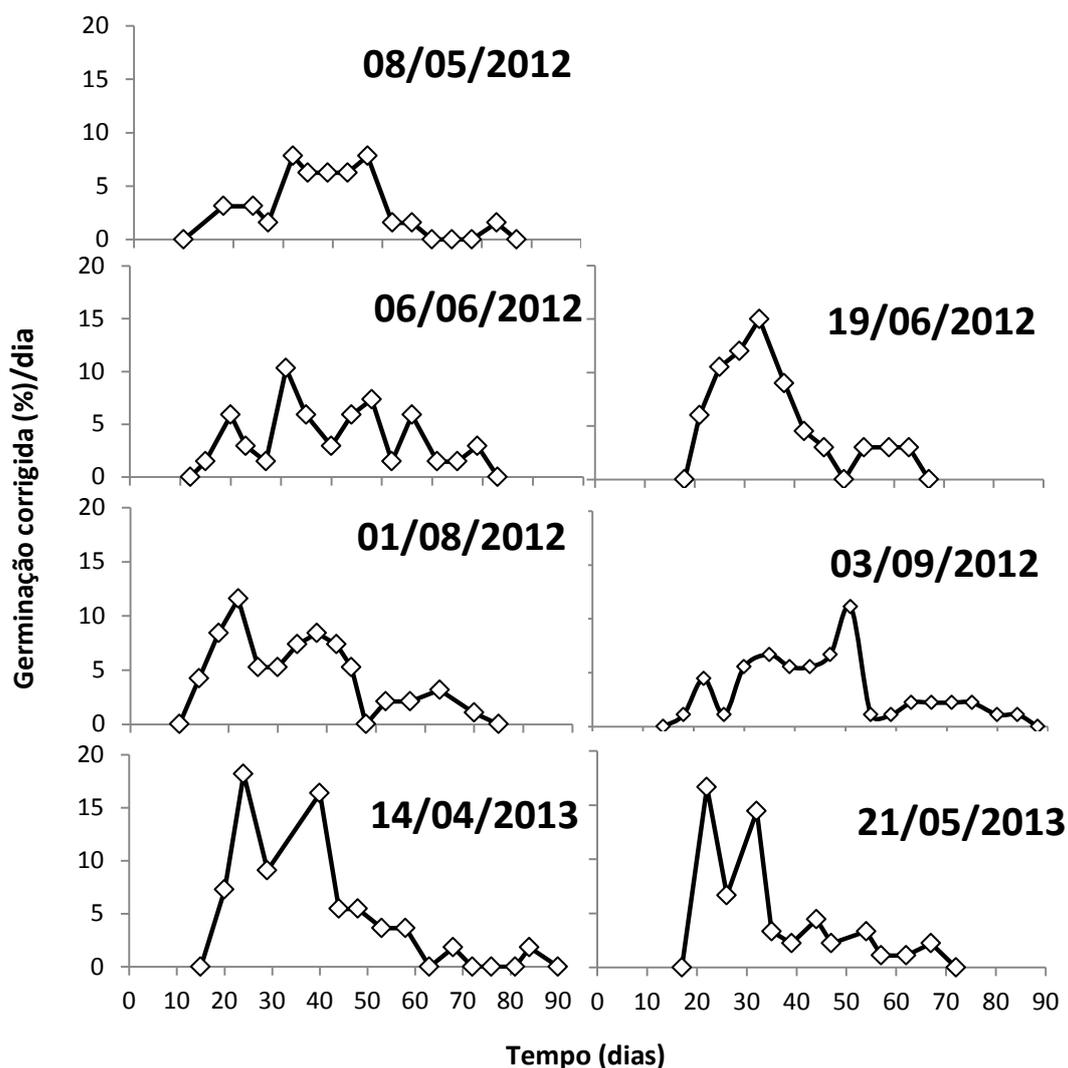


Figura 12. Distribuições dos tempos de germinação das sementes de *M. chartacea* conforme a data de coleta em 2012 e 2013. Porcentagem corrigida pela viabilidade máxima do lote, %G corrigida=(%G bruta/% Viabilidade máxima do lote)*100.

3 CAPÍTULO 2:

ARMAZENAMENTO, LONGEVIDADE ECOLÓGICA E BANCO DE SEMENTES NO SOLO

3.1 Introdução

O comportamento das sementes no armazenamento está definido em termos do efeito da dessecação na viabilidade das sementes e o efeito do ambiente de armazenamento na sua longevidade (Hong e Ellis 1996). Segundo Hong e Ellis (1996), as espécies cujas sementes podem ser desidratadas a níveis baixos de umidade (2-6% de conteúdo de umidade) sem perder a viabilidade são denominadas ortodoxas. Estas sementes sobrevivem por mais tempo quando são conservadas em ambientes secos e frios (umidade relativa inferior a 30% e temperaturas entre -20 e 0°C) (Hong e Ellis 1996).

Espécies cujas sementes sofrem danos quando são secas até conteúdos de água inferiores a 7-12%, e cuja longevidade aumenta quando são armazenadas a umidades relativas na faixa de 40-50%, podem ser classificadas como intermediárias. Em espécies tropicais a longevidade das sementes intermediárias diminui quando a temperatura de armazenamento é menor do que 10°C (Hong e Ellis 1996).

Já as sementes de espécies classificadas como recalcitrantes não podem ser secas sem sofrer dano, sendo que em geral o conteúdo de água nas sementes maduras é relativamente alto (entre 35 e 90%). A longevidade das sementes recalcitrantes de espécies tropicais é muito curta, persistindo tipicamente por poucas semanas ou meses (Hong e Ellis 1996).

Existe uma associação entre a ecologia vegetal e o comportamento das sementes no armazenamento, de tal forma que as espécies ortodoxas se originam em ambientes sujeitos a secas ocasionais ou estacionais, sendo que nesses casos a tolerância à dessecação permite a sobrevivência das sementes e a regeneração continuada das espécies. As espécies recalcitrantes, por sua vez, tendem a ocorrer em ecossistemas constantemente úmidos (Hong e Ellis, 1996).

O comportamento das sementes no armazenamento dá indícios das condições microambientais (temperatura e umidade) nas quais a espécie vive e, indiretamente, do grupo ecológico (*sensu* Swaine e Whitemore 1988) a que ela

pertence. Assim, as espécies pioneiras, cujas sementes estão submetidas à dessecação e nas quais o banco de sementes desempenha um papel importante na sobrevivência da espécie, teriam predominantemente sementes ortodoxas. Por outro lado, as espécies não pioneiras, nas quais a germinação rápida é favorecida, teriam comumente sementes com um alto conteúdo de umidade e metabolismo contínuo (padrão recalcitrante) (Baskin e Baskin 1998; Hong e Ellis 1996; Vázquez-Yáñez e Orozco-Segovia 1993).

O banco de sementes do solo está constituído por o estoque de sementes viáveis no solo. Existem dois tipos de bancos de sementes no solo: o banco transitório, no qual as sementes continuam viáveis somente até a estação de germinação seguinte à dispersão; e o banco persistente, no qual as sementes continuam viáveis depois da subsequente estação de germinação (Baskin & Baskin, 1998). Os bancos de sementes são importantes na sobrevivência a longo prazo das espécies e comunidades vegetais devido a constituírem uma fonte de propágulos para o recrutamento após perturbações e quando a produção de sementes diminui por longos períodos (Dalling and Hubbell, 2002; Baskin and Baskin, 1998), além disso, o banco de sementes permite a sobrevivência dos indivíduos sob condições desfavoráveis (p.ex., estação seca) e a sincronia da germinação com o momento no qual as condições ambientais são favoráveis para o estabelecimento das plântulas.

Os objetivos deste capítulo são: (1) determinar a longevidade das sementes de *M. chartacea* artificialmente enterradas na reserva de Cerrado Karl Arens no município de Corumbataí e comparadas com longevidade das sementes armazenadas sob condições de laboratório. (2) Avaliar se as sementes de *M. chartacea* formam banco de sementes e de que tipo. (3) Definir o comportamento das sementes no armazenamento (ortodoxas, intermediárias ou recalcitrantes) e (4) registrar possíveis efeitos do armazenamento a seco (pós-maturação) na quebra de possível dormência primária.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Armazenamento, longevidade ecológica e banco de sementes no solo.

Com o fim de determinar a longevidade ecológica (manutenção da viabilidade das sementes no campo) e longevidade potencial (manutenção da viabilidade das sementes em condições de laboratório) foi delineado um experimento fatorial com

quatro condições e oito períodos de armazenamento. Duas condições de armazenamento foram utilizadas para a longevidade ecológica (ambientes fechados e abertos) e duas para longevidade potencial (7°C e 25°C). O experimento foi repetido duas vezes, pelo qual serão chamados experimento 1 e experimento 2. O experimento 1 foi feito com sementes coletadas em 08/Maio/2012 e armazenadas por 27 dias em sacos de papel a 25°C antes do ensaio de armazenamento propriamente dito, durante o qual as sementes foram mantidas em campo e laboratório pelos períodos de 0 (controle), 30, 56, 89, 119, 148, 231, 281 e 313 dias. No experimento 2 foram utilizadas sementes coletadas em 06/Junho/2012 e armazenadas previamente por seis dias em sacos de papel a 25°C, ao que se seguiu o armazenamento em campo e laboratório por 0 (controle), 43, 76, 106, 135, 218, 268, 300 e 330 dias.

Para o armazenamento em campo, as sementes foram guardadas em envelopes confeccionados com tela de nylon colocadas no solo e cobertas com serapilheira do local. Os envelopes foram postos em dois tipos de ambiente (aberto e fechados), escolhidos conforme a altura e cobertura do dossel. Foram feitas quatro repetições por tipo de cobertura. Cada envelope é uma repetição contendo 25 sementes, tendo sido distribuídas um envelope por local, sendo quatro locais por tipo de cobertura. No caso das sementes armazenadas no laboratório, quatro sacos de papel (repetições) contendo 25 sementes cada foram guardadas, em potes de vidro tampados (tipo conserva), na geladeira (7°C) ou em sala climatizada (25°C). Os envelopes foram exumados nos períodos mencionados no parágrafo anterior, abrangendo a época seca na qual as sementes são dispersas e a época chuvosa na qual poderia ocorrer a germinação.

A avaliação da porcentagem e taxa de germinação das sementes exumadas foi realizada sob luz branca a 25°C. As sementes que não germinaram foram submetidas a teste de tetrazólio (1%) para se determinar sua viabilidade. As dinâmicas de longevidade e germinação das sementes ao longo do tempo de armazenamento foram descritas por modelos que melhor descrevessem as curvas, sendo usadas regressões lineares ou quadráticas. Para comparar a taxa de perda de viabilidade (inclinação da reta) entre as quatro condições de armazenamento nos dois experimentos, foram feitas regressões lineares, seguindo o teste de comparação de retas descrito por Sokal e Rolf (1995).

Nos ambientes abertos e fechados foi medida a irradiância e a cobertura do dossel. A irradiância foi medida entre as 11h30min e 13h em dias ensolarados nas datas 06/Junho/2012, 03/Setembro/2012 e 30/Novembro/2012, utilizando-se um radiômetro Li-Cor LI-1000. Foram tomadas quatro medições, ao nível do solo, por ponto abarcando os quatro pontos cardeais e colaterais. A irradiância em cada ambiente (I_R) foi expressa como porcentagem de irradiância que chega ao solo no respectivo ponto (I_a) em relação à irradiância medida a pleno sol (I_T) no mesmo período: $I_R = (I_a/I_T \cdot 100)$.

Foi tomada uma foto hemisférica de 135° em cada um dos quatro locais de cada ambiente em 06/Junho/2012, a partir das quais foi estimada a cobertura do dossel utilizando o programa *Gap Light Analyzer (GLA) version2.0*.

3.2.2 Banco de sementes do solo

Foram feitas duas coletas, uma no final da frutificação da população estudada (3/Outubro/2012), que coincide com o começo da estação chuvosa, e outra antes do amadurecimento dos frutos na temporada reprodutiva seguinte, o que corresponde ao fim da estação chuvosa (13/Março/2013). Cada coleta esteve composta de 20 amostras, sendo dez obtidas na parte do Cerrado onde o dossel é mais aberto, e dez numa parte mais fechada. Cada ponto de amostragem distava 30m um do outro, sendo que cada ponto correspondia a duas amostras: uma retirada de uma área de 0,0615m² localizada a 1m da margem direita da trilha; e outra retirada de uma área equivalente situada a 1m da margem oposta. Após a retirada da serapilheira, foi coletada a camada de solo superficial (ca. 2cm) e as sementes eventualmente nela contidas. A área total registrada por coleta foi 2,46m². Foram contadas o número de sementes intatas em cada amostra e a viabilidade foi medida por meio de teste de germinação (luz constante e 15/25°C) e validada por teste de tetrazólio (1%). O número de sementes submetidas aos testes foi, sempre que possível, de 30 (priorizando-se o teste de germinação), mas esse número variou dependendo da amostra (oito das 40 amostras tinha menos de 30 sementes intactas e em 12 amostras não foi feito teste de tetrazólio).

3.2.3 Comportamento no armazenamento.

Para saber se as sementes de *Miconia chartacea* são tolerantes à dessecação (ortodoxas) ou intolerantes (intermediárias ou recalcitrantes), foi testada a porcentagem e tempo médio de germinação de sementes coletadas em 15/Maio/2013 e armazenadas hermeticamente com diferentes teores de água. As sementes foram dessecadas em dessecador com sílica gel a temperatura ambiente e periodicamente foram pesadas e avaliado o conteúdo de água. Foram testados seis conteúdos de água em base fresca: 37,2%; 8,5%; 7,5%; 6,5%; 4,9% e 3,7%. O teste de germinação foi feito sob luz branca a 20°C, utilizaram-se cinco repetições de 30 sementes cada.

Em outro ensaio, foi testado o efeito do armazenamento sob temperaturas baixas (7°C e -18°C) e dessecação (6,5% e 4,9% de conteúdo de água em base fresca) em sementes armazenadas por 93 dias em cada combinação de temperatura e conteúdo de água, comparadas com um controle fresco (sementes recém-colhidas) e seco (sementes com 6,5% e 4,9% de conteúdo de água sem armazenar). As sementes dessecadas foram armazenadas em sacos de papel (cinco sacos com 30 sementes cada) dentro de dois frascos herméticos de vidro (um maior contendo um menor). As sementes foram coletadas em 15/Maio/2013.

3.2.4 Pós-maturação

Para registrar possíveis efeitos do armazenamento a seco na quebra de possível dormência primária, foi delineado um experimento fatorial com dois fatores (tempo e temperatura de armazenamento). As sementes foram armazenadas em frascos de vidro hermeticamente fechados por 60, 90 e 120 dias sob 25°C e 7°C, tendo como controle sementes recém-colhidas. O teste de germinação foi feito sob luz branca à temperatura de 25°C, com cinco repetições de 30 sementes cada. Além do teste de germinação, foi feito um teste de tetrazólio (1%) em cada combinação de tempo e temperatura de armazenamento, bem como no controle, com quatro réplicas de 30 sementes cada. A germinação das sementes armazenadas a 7°C por 120 dias foi testada às temperaturas de 15, 20, 25, 30, 35°C e 15/30°C, 15/35°C e 20/35°C sob luz branca e no escuro, e comparadas com sementes do mesmo lote

que não foram armazenadas. Esse ensaio foi realizado com sementes coletadas em 21/Maio/2013.

3.3 Resultados

3.3.1 Armazenamento, longevidade ecológica e banco de sementes no solo.

A irradiância relativa nos ambientes aberto e fechado diferiu significativamente (t-student, $p < 0.01$) nas três amostragens, sendo maior a irradiância nos locais abertos (Tab. 4). A irradiância aumentou no período de Junho a Novembro, que abrange o inverno e verão, em ambos os ambientes. Já com relação à porcentagem de abertura do dossel, os dois ambientes não diferem entre si (t-student, $p = 0,14$), apresentando aberturas de $39,3 \pm 8\%$ (ambiente “aberto”) e $33,1 \pm 5\%$ (ambiente “fechado”).

Tabela 4. Irradiância relativa em ambientes abertos e fechados na estação seca (06/Junho/2012), na transição da estação seca para chuvosa (03/Setembro/2012) e na estação chuvosa (30/Novembro/2012).

Ambiente	Data de medição		
	06/Junho/2012	03/Setembro/2012	30/Novembro/2012
Aberto	$3.51 \pm 0.57\%^{**}$	$10.26 \pm 1.65\%^{**}$	$41.05 \pm 2.5\%^{**}$
Fechado	$1.98 \pm 0.59\%^{**}$	$2.08 \pm 0.46\%^{**}$	$11.97 \pm 4.24\%^{**}$

* Indicam diferenças estatísticas (t-student, $p < 0.01$).

A manutenção ou perda da viabilidade das sementes dependeu do tempo e do método de armazenamento das mesmas e tais fatores interagiram de forma altamente significativa (Anova; $p < 0,001$, experimentos 1 e 2). Assim, o tempo de armazenamento afetou a viabilidade das sementes de forma diferencial conforme o método de armazenamento, nos dois experimentos (Fig. 13).

No experimento 1, a viabilidade das sementes armazenadas em campo (ambientes abertos e fechados) seguiu uma regressão quadrática, mantendo-se constante até os dias 119 e 148, respectivamente, sendo que após este período a viabilidade foi perdida rapidamente chegando a zero no dia 281. Já nas sementes armazenadas a 25°C , a viabilidade diminui linearmente com o armazenamento, chegando a 4% de viabilidade no dia 313 (Fig. 13a). Por sua vez, as sementes armazenadas a 7°C mantiveram constante sua viabilidade durante os 313 dias de armazenamento.

O padrão de perda da viabilidade no experimento 2 foi similar ao do experimento 1. No experimento 2, as sementes armazenadas em campo (ambientes aberto e fechado) mantiveram a viabilidade (não diferem do controle) até o dia 135 de armazenamento, sendo que após este dia a viabilidade é perdida rapidamente. Já as sementes armazenadas no laboratório a 25°C começaram a perder a viabilidade após 43 dias, chegando a mesma a 1% aos 135 dias (Fig. 13b). Assim como no experimento 1, o armazenamento das sementes sob 7°C não diminui a viabilidade ao longo dos 330 dias de experimento.

Portanto, a viabilidade das sementes armazenadas no campo, em ambientes fechados e abertos, foi mantida por quatro a cinco meses, após deste período as sementes começaram a perder a viabilidade chegando a zero depois do nono mês de armazenamento. Já as sementes armazenadas no laboratório a 25°C perdem a viabilidade de forma linear, sendo maior a taxa de perda de viabilidade no experimento 2, ao passo que o armazenamento sob baixa temperatura (7°C) impede a perda de viabilidade durante os 330 dias do ensaio (Figura 13).

No experimento 1 a porcentagem de germinação de sementes tendeu a aumentar com o armazenamento no campo durante 119 (ambiente aberto) e 148 dias (ambiente fechado) respeito ao controle (tempo zero), encontrando-se diferenças significativas entre o controle e as sementes armazenadas por um mês em ambientes abertos e, o controle e as sementes armazenadas por três meses em ambientes fechados, após 231 dias de armazenamento em ambos os ambientes a porcentagem de germinação das sementes foi significativamente menor que no controle (Anova, $p < 0,001$, Dunnett; Fig. 14) chegando a zero após 281 dias de armazenadas em ambos os ambientes. Já nas sementes armazenadas a 25°C a porcentagem de germinação diminuiu significativamente desde os 56 dias de armazenamento (Anova, $p < 0,001$, Dunnett), chegando a menos de 7% de germinação após 313 dias armazenadas (Figura 14). Nas sementes armazenadas a 7°C a porcentagem de germinação tendeu a aumentar com o tempo de armazenamento, sendo significativamente maior (Anova, $p < 0,001$, Dunnett) nas sementes armazenadas por 313 dias do que no controle. Entretanto, as sementes armazenadas por dois meses apresentaram uma porcentagem de germinação menor do que o controle (Anova, $p < 0,001$; Dunnett) (Figura 14).

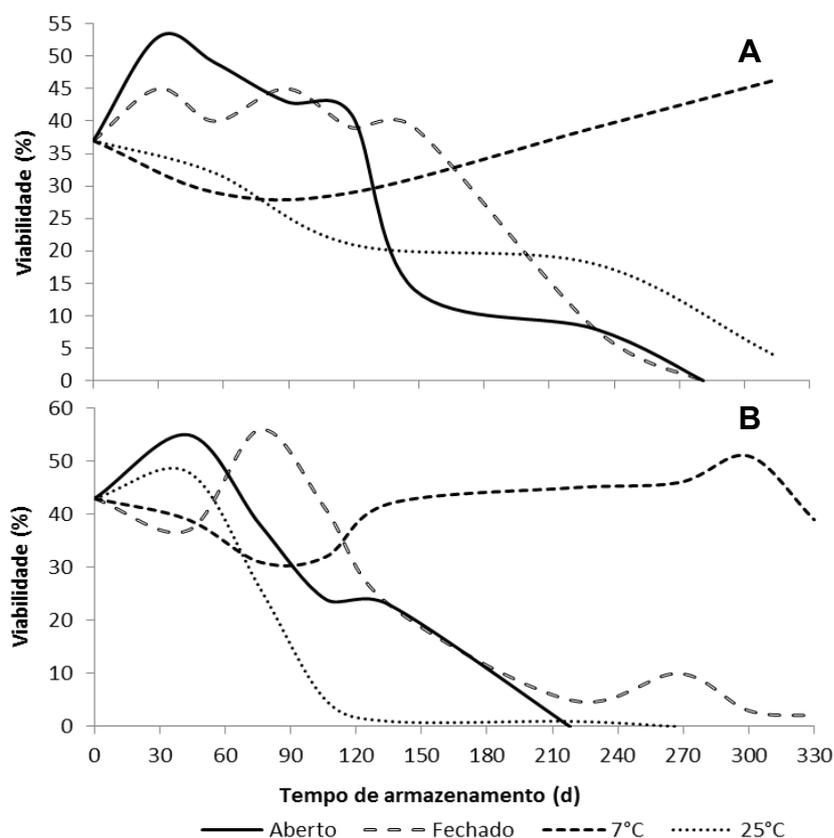


Figura 13. Variação da viabilidade de sementes de *M. chartacea* armazenadas por diferentes períodos no campo em ambientes abertos, fechados e no laboratório a 7°C e 25°C. A experimento 1; B experimento 2.

O padrão da germinação das sementes no experimento 2 foi similar ao padrão no experimento 1. A germinação de sementes armazenadas no campo durante 43 e 76 dias (ambientes abertos e fechados, respectivamente) foi significativamente maior que no controle. Após estes períodos a porcentagem de germinação começa a diminuir, diferindo significativamente do controle (Anova, $p < 0,001$, Dunnett) nas sementes armazenadas por 218 dias, quando a porcentagem de germinação é zero em ambientes abertos e 8% em ambientes fechados (Figura 15). Nas sementes armazenadas a 25°C, todos os períodos de armazenamento diminuiram significativamente a porcentagem de germinação (Anova, $p < 0,001$; Dunnett), chegando a zero no dia 106 (Figura 15). Nas sementes armazenadas a 7°C a porcentagem de germinação tendeu a aumentar com o tempo de armazenamento, embora as diferenças não sejam estatisticamente significativas (Dunnett).

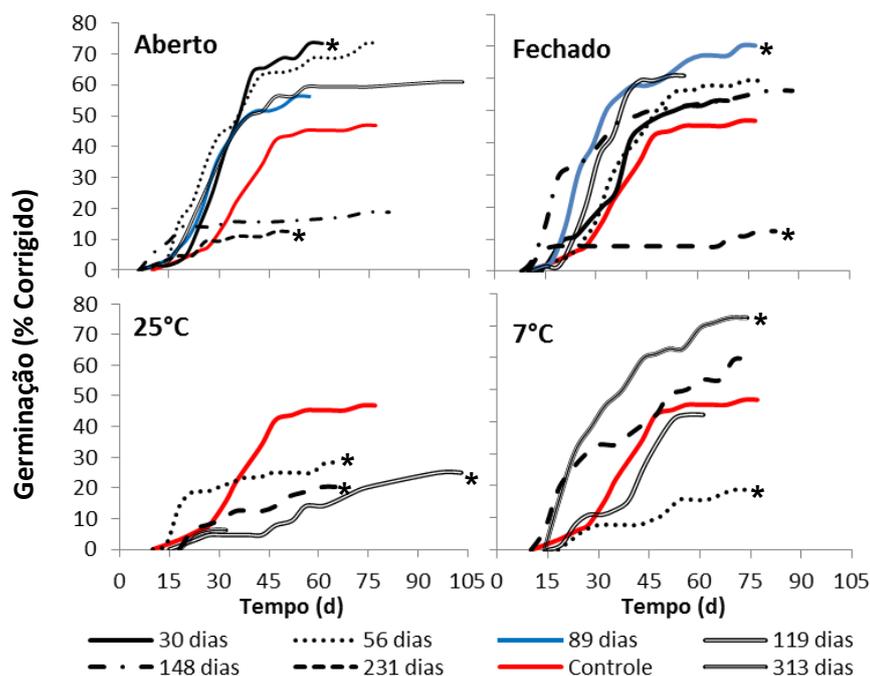


Figura 14. Resposta germinativa de sementes de *M. chartacea* armazenadas por diferentes períodos no campo, em ambientes abertos e fechados, e no laboratório a 25 e 7°C (experimento 1). Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote. * Diferenças significativas ($p < 0,001$; Dunnett) do controle.

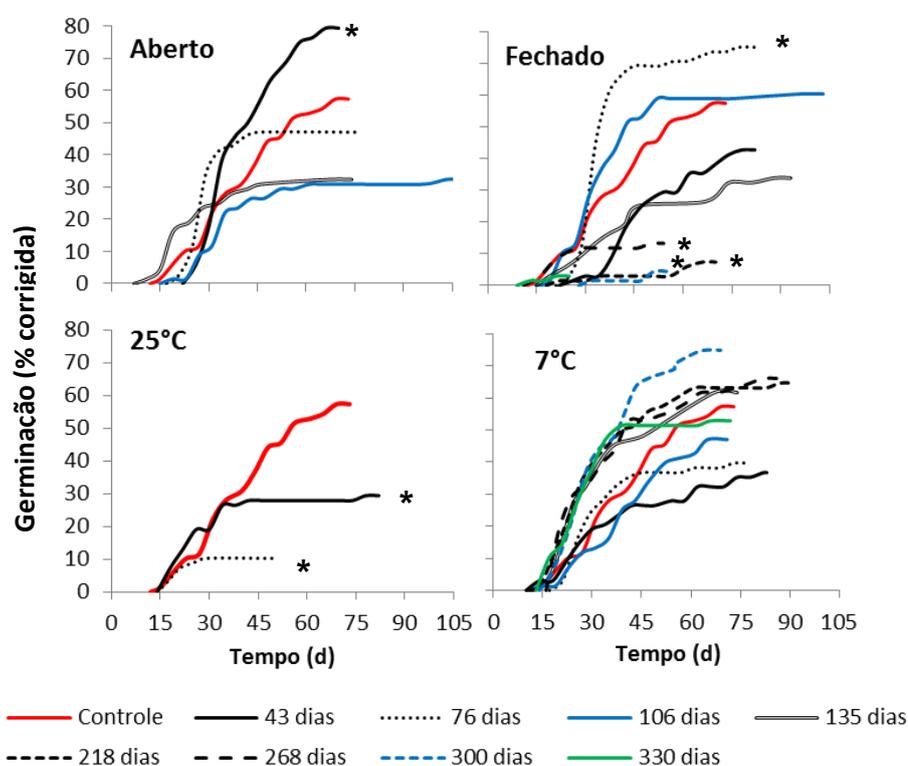


Figura 15. Resposta germinativa de sementes de *M. chartacea* armazenadas por diferentes períodos no campo, em ambientes abertos e fechados, e no laboratório a 25 e 7°C (Experimento 2). Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote. * Diferenças significativas ($p < 0,001$; Dunnett) do controle.

O tempo médio de germinação em todas as combinações de tempo e método de armazenamento (ambos os experimentos), cujas germinabilidades não diferiram em relação ao controle (tempo zero), variaram em torno de 34 ± 10 dias e não difere do controle (Dunnett). Já no caso das sementes que apresentaram germinabilidade menor do que o controle, o tempo médio de germinação também foi menor (Anova, $p < 0,001$; Dunnett), mas tal diferença foi mais devida à perda da viabilidade do que ao aumento na taxa de germinação (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Tempo médio de germinação das sementes de *M. chartacea* armazenadas em condições de campo (ambientes com dossel fechado e aberto) laboratório (7 e 25°C) por diferentes períodos (Experimento 1).

Tempo de Armazenamento (d)	Tempo médio de germinação (d)			
	Aberto	Fechado	25°C	7°C
Controle	38.66±3.38	38.66±3.38	38.66±3.38	38.66±3.38
30	33.93±2.93	36.95±5.73		
56	34.22±7.16	38.20±4.00	<i>26.73±4.97</i>	40.12±9.98
89	32.18±3.91	32.71±3.46		
119	32.68±2.44	32.24±1.54	<i>58.50±10.37**</i>	41.14±4.37
148	<i>22.44±14.2**</i>	28.35±9.68		
231	<i>25.25**</i>	<i>29±21.21**</i>	<i>30.90±13.46</i>	35.92±5.73
313	N.v.	N.v.	<i>24.67±2.89**</i>	33.20±2.89

** diferenças significativas ($p < 0,001$; Dunnett) do controle (tempo zero) por coluna. N.v. sementes não viáveis, tempos de germinação em cursiva correspondem a sementes com porcentagem de germinação menor que o controle.

Tabela 6. Tempo médio de germinação das sementes de *M. chartacea* armazenadas em condições de campo (ambientes com dossel fechado e aberto) laboratório (7 e 25°C) por diferentes períodos (Experimento 2).

Tempo de armazenamento(d)	Tempo médio de germinação (d)			
	Aberto	Fechado	7°C	25°C
Controle	39.91±5.54	39.91±5.54	39.91±5.54	39.91±5.54
43	40.99±6.79	52.53±8.97	39.28±5.79	<i>29.55±5.13**</i>
76	30.38±1.36	36.49±3.72	32.93±4.02	<i>21.50±1**</i>
106	28.93±19.41	36.46±1.59	42.54±8.14	n.v.
135	19.86±13.67	54.39±15.68	36.51±9.57	
218	n.v	<i>12.25±24.5**</i>	33.49±5.14	
268		<i>6.06±12.1**</i>	35.48±10.96	
300		<i>11.17±22.3**</i>	34.45±2.01	
330		<i>4.25±8.5**</i>	28.13±2.68	

** diferenças significativas ($p < 0,001$; Dunnett) do controle (tempo zero) por coluna. N.v. sementes não viáveis, tempos de germinação em cursiva correspondem a sementes com porcentagem de germinação menor que o controle.

A taxa de perda de viabilidade, representada pela inclinação da reta de regressão, das sementes diferiu significativamente ($p < 0,01$) conforme as condições de armazenamento, sendo os padrões similares nos experimentos 1 e 2 (Tab.7, Fig. 16). Em ambos os experimentos, as sementes armazenadas em campo sob ambientes aberto e fechado não diferiram entre si exibindo a mesma equação. No experimento 1, sementes armazenadas a 25°C perderam a viabilidade mais lentamente do que sementes armazenadas no campo, embora nos primeiros meses a viabilidade foi maior em condições de campo. Entretanto, no experimento 2, as sementes mantidas a 25°C perderam a viabilidade mais rapidamente do que as armazenadas no campo em ambientes fechados, não diferindo em relação às sementes armazenadas em ambientes abertos. Em ambos os experimentos, sementes armazenadas a 7°C não perderam a viabilidade após 313 (experimento 1) e 330 dias (experimento 2) de armazenamento (Tab.7, Fig. 16).

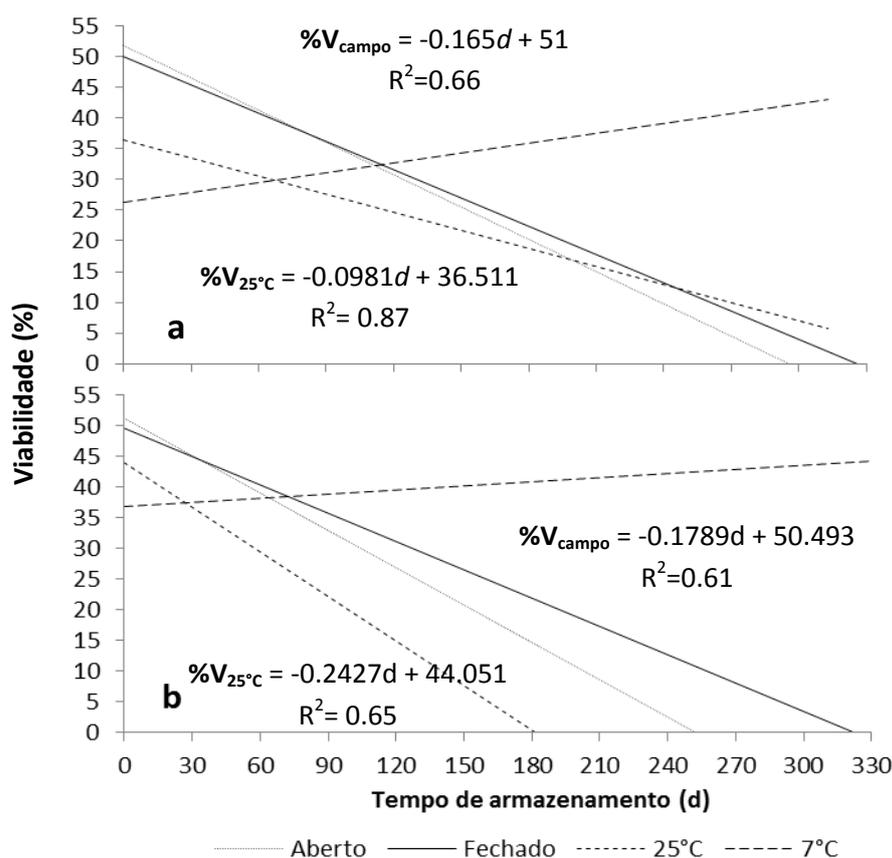


Figura 16. Variação da viabilidade em função do tempo de armazenamento de sementes de *M. chartacea* armazenadas em condições de campo, em ambientes abertos e fechados ($\%V_{\text{campo}}$), e em laboratório a 25 C ($\%V_{25^\circ\text{C}}$), nos experimentos 1 (a) e 2 (b). Sementes armazenadas a 7°C não perderam viabilidade e a regressão linear não foi significativa.

Tabela 7. Análises das taxas de perda de viabilidade (inclinações das regressões lineares) das sementes de *M. chartacea* conforme o método de armazenamento (Experimentos 1 e 2).

Método de Armazenamento	Experimento um			
	7°C	25°C	Aberto	Fechado
7°C	-----			
25°C	0.162**	-----		
Aberto	0.253**	0.092**	-----	
Fechado	0.219**	0.057*	0.034ns	-----
Experimento dois				
7°C	-----			
25°C	0.265**	-----		
Aberto	0.226**	0.039ns	-----	
Fechado	0.177**	0.089**	0.05ns	-----

** diferenças altamente significativas entre as inclinações ($p < 0,01$), *diferenças significativas ($p < 0,05$), ns não foi encontrada diferenças significativas.

3.3.2 Banco de sementes no solo.

A viabilidade das sementes no solo foi significativamente maior (Mann-Whitney, $p < 0.001$) no começo (3/Outubro/2012) do que no fim (13/Março/2013) da estação chuvosa, de modo que, o número estimado de sementes viáveis/m² também foi significativamente maior no começo da estação chuvosa (Mann-Whitney, $p = 0.0001$) (Figura 17 e Tabela 8). Além disso, no final da estação chuvosa, somente 7 das 20 amostras tinham sementes viáveis, enquanto que no começo dessa estação 18 das 20 amostras continham sementes viáveis. Portanto, as sementes desta população apresentariam no máximo um banco de sementes transitório e o recrutamento de plântulas dependeria principalmente da chuva de sementes.

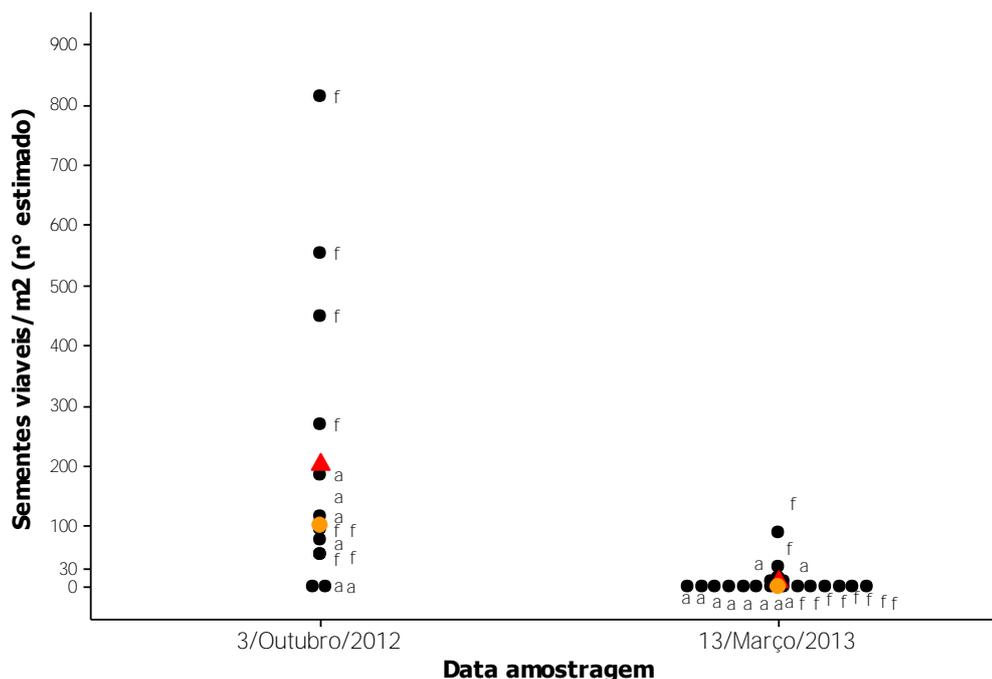


Figura 17. Número de sementes viáveis/m² de *M. chartacea* conforme as datas de amostragem. Triângulo vermelho é a média e o ponto laranja é a mediana, as letras *a* e *f* fazem referencia á localização dos pontos, *a*=aberto e *f*=fechado.

Existe uma alta variação entre pontos amostrados nas duas coletas, com relação à viabilidade e ao número de sementes viáveis estimadas/m². Na coleta feita no começo da estação chuvosa (3/Octubre/2012), a viabilidade e o número de sementes viáveis estimadas/m² apresentaram coeficientes de variação (CV) de 54% e 117%, respectivamente, indicando uma chuva de sementes muito heterogênea. O mesmo ocorreu na coleta feita no final da estação chuvosa (13/Março/2013), cujos CV de ambas as variáveis foram maiores ainda (173 e 249% respectivamente), provavelmente devido a que somente 7 dos 20 pontos apresentaram sementes viáveis. O número de sementes intactas, na coleta feita no começo da estação chuvosa, foi significativamente (T-Student, $p=0.025$) maior nos ambientes mais fechados, mas a viabilidade e o número de sementes viáveis /m² não diferiu significativamente entre os ambientes abertos e fechados (T-Student, $p>0.9$ e 0.07 , respectivamente) (Fig. 18).

Tabela 8. Viabilidade e número de sementes viáveis estimadas/m² de *M. chartacea* coletadas no começo (3/Outubro/2012) e no final da estação chuvosa (13/Março/2013)

Estimador	Começo da estação chuvosa		Fim da estação chuvosa	
	Viabilidade (%)	Sementes viáveis estimadas/m ²	Viabilidade (%)	Sementes viáveis estimadas/m ²
Média	19.80	204.54	1.27	8.40
Erro típico	2.96	63.77	0.49	4.69
Médiana	20 a	100.9 a	0 b	0 b
Desv. padrão	10.69	238.61	2.21	20.96
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	38.71	811.96	6.70	90.51

Letras diferentes indicam diferenças significativas (Mann-Whitney, $p < 0.001$).

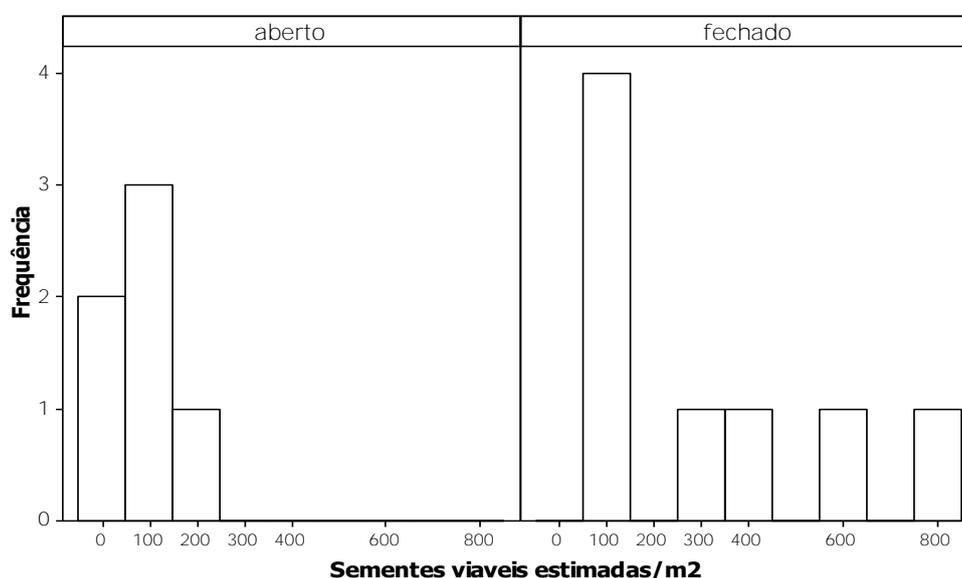


Figura 18. Distribuição de frequência do número de sementes viáveis estimadas/m² de *M. chartacea* nos ambientes aberto e fechado coletadas em 3/Outubro/2012.

3.3.3 Comportamento no armazenamento.

A dessecação das sementes aumentou de forma altamente significativa (Anova, $p=0.004$) a porcentagem e taxa média de germinação (Tab. 9). As sementes com 8.5% de água apresentaram a maior porcentagem de germinação, diferindo significativamente (Tukey, $p=0.004$) das sementes frescas (37.2% de água) e dessecadas a 3.7%, as quais apresentaram a menor porcentagem de germinação. O tempo médio de germinação (tm) diminui conforme as sementes perdem água, de modo que sementes frescas (recém-colhidas) apresentam tm maior do que 40 dias,

enquanto que em sementes secas (no caso sementes com conteúdo de água igual ou menor a 8.5% em base fresca) o tm variou entre 30 e 33 dias (Tab. 9).

Tabela 9. Resposta germinativa à dessecação de sementes de *M. chartacea*

Teor de umidade %	Germinação corrigida (%)	Tempo média germinação (d)	Taxa média germinação (d ⁻¹)
37.2	48.04 ± 12.31 b	42.71 ± 2.74 a	0.023 ± 0.001 a
8.5	78.66 ± 13.66 a	33.77 ± 3.27 b	0.030 ± 0.003 b
7.5	68.49 ± 13.81ab	31.85 ± 3.69 b	0.032 ± 0.004 b
6.5	62.35 ± 11.65ab	33.06 ± 3.57 b	0.031 ± 0.004 b
4.9	50.09 ± 17.48ab	31.29 ± 5.83 b	0.033 ± 0.005 b
3.7	40.89 ± 18.07 b	30.53 ± 7.09 b	0.034 ± 0.008 b

Letras diferentes indicam diferenças significativas (Tukey, p=0.004)

Conforme a figura 19 é possível separar as sementes frescas das secas segundo suas dinâmicas de germinação, com as sementes frescas começando a germinar depois das secas, sendo que tal diferença aumenta com o grau de dessecação das sementes. Deste modo, sementes com 3.7% de água são as primeiras a germinar, seguidas por sementes com 4.9% de água, e assim sucessivamente.

A germinabilidade de sementes secas (6.5% e 4.9%) armazenadas por 93 dias sob baixas temperaturas (7°C e -18°C) não difere significativamente (Anova, p=0.198 e p=0.816) das sementes recém-colhidas, bem como das sementes secas não armazenadas (tempo zero), mantendo sua viabilidade inicial (Tab. 10). Portanto, a resposta à dessecação indica que as sementes de *M. chartacea* apresentam um comportamento ortodoxo em relação ao armazenamento, confirmado pela manutenção da viabilidade de sementes secas armazenadas sob baixas temperaturas. Em relação ao tempo médio de germinação, o armazenamento sob baixas temperaturas (tanto a 7°C, como a -18°C) atrasou significativamente (Anova, p=0.001) a germinação em relação ao tempo zero, mas não em relação às sementes recém-colhidas (Tab. 10).

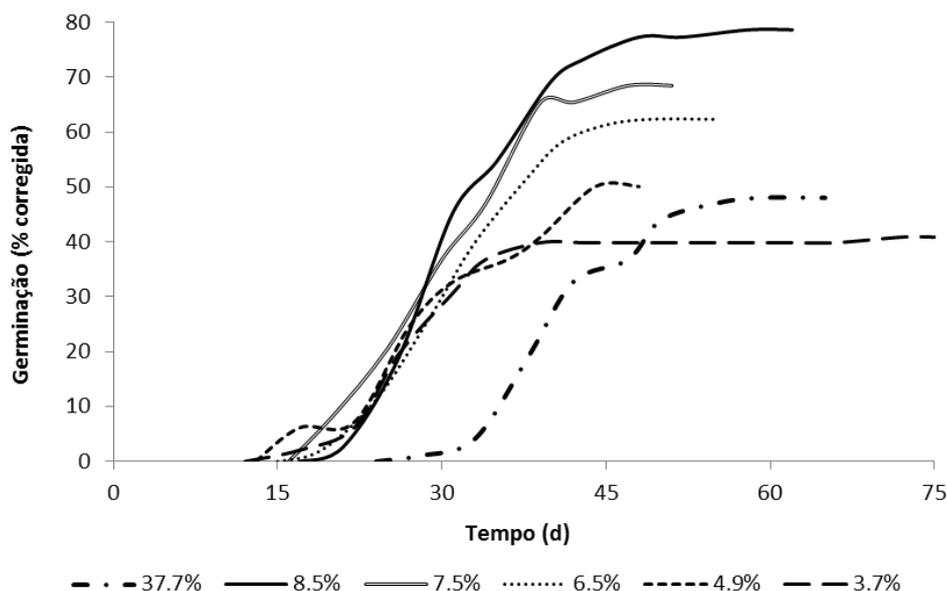


Figura 19. Dinâmica germinativa das sementes de *M. chartacea* com diferentes teores de água sem armazenar. Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote.

Tabela 10. Resposta germinativa das sementes de *M. chartacea* com distintos teores de umidade e armazenadas por 93 dias sob baixas temperaturas.

Temperatura armazenamento (°C)	Teor de umidade %	Germinação corrigida (%)	Tempo média germinação (d)	Taxa média germinação (d)
Controle fresco	37.2	48.04±12.31a	42.71±2.74a	0.023±0.001a
Controle seco	6.5	62.35±11.65a	33.06±3.57b	0.031±0.004b
Controle seco	4.9	50.09±17.48a	31.29±5.83b	0.033±0.005b
-18	6.5	53.15±7.75a	42.28±6.50a	0.024±0.004a
7	6.5	53.15±7.75a	52.55±5.38c	0.019±0.002c
-18	4.9	55.20±7.75a	42.65±6.10a	0.024±0.003a
7	4.9	47.02±18.21a	45.72±3.63a	0.022±0.002a

Letras diferentes indicam diferenças altamente significativas (Anova, $p < 0.01$) dentro de cada coluna. Controle fresco (sementes recém-colhidas), controle seco (sementes secas sem armazenar). Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote.

A Anova de dois fatores indica que a porcentagem de germinação das sementes secas armazenadas por 93 dias sob temperaturas baixas não difere significativamente quanto ao conteúdo de água das sementes (6.5 contra 4.9% em base fresca) nem quanto à temperatura de armazenamento (7 contra -18°C). Além disso, não há interação entre teor de umidade e temperatura de armazenamento (Tab. 11). Já o tempo médio de germinação difere em resposta à temperatura de armazenamento, com as sementes armazenadas a -18 °C demorando menos tempo para germinar do que as mantidas a 7°C (Tabela 12). O tempo médio de germinação

não é afetado significativamente pelo conteúdo de umidade das sementes, nem por qualquer interação entre os fatores (Tab. 12).

Tabela 11. ANOVA de dois fatores comparando a porcentagem de germinação corrigida das sementes de *M. chartacea* conforme o teor de água, temperatura de armazenamento e sua interação.

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Teor água %	1	20.9	20.897	0.16	0.691
Armazenamento	1	83.59	83.588	0.66	0.430
Interação	1	83.59	83.588	0.66	0.430
Erro	16	2037.47	127.342		
Total	19	2225.54			

Tabela 12. ANOVA de dois fatores comparando o tempo médio de germinação corrigida das sementes de *M. chartacea* conforme o teor de água, temperatura de armazenamento e sua interação.

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Teor água %	1	52.016	52.016	1.71	0.209
Armazenamento	1	222.244	222.244	7.31	0.016
Interação	1	64.949	64.949	2.14	0.163
Erro	16	486.456	30.404		
Total	19	825.665			

S = 5.514R-cuad. = 41.08%R-cuad.(ajustado) = 30.04%

3.3.4 Pós-maturação

Assim como nos experimentos anteriores de armazenamento, no experimento de pós-maturação a viabilidade das sementes armazenadas a 25°C diminuiu significativamente com o tempo armazenamento (Regressão linear das médias repetidas, $p < 0.01$), enquanto que as sementes armazenadas a 7°C não perderam a viabilidade (Regressão linear com medidas repetidas, $p = 0.563$) (Fig. 20).

O armazenamento das sementes a 7°C não afetou a porcentagem nem a taxa média de germinação (Regressão linear com medidas repetidas, $p > 0.28$), quando as sementes foram incubadas a 25°C, enquanto que as sementes armazenadas a 25°C apresentaram uma redução da porcentagem e taxa média de germinação com o aumento do tempo de armazenamento (Regressão linear médias repetidas, $p < 0.01$) (Fig. 21).

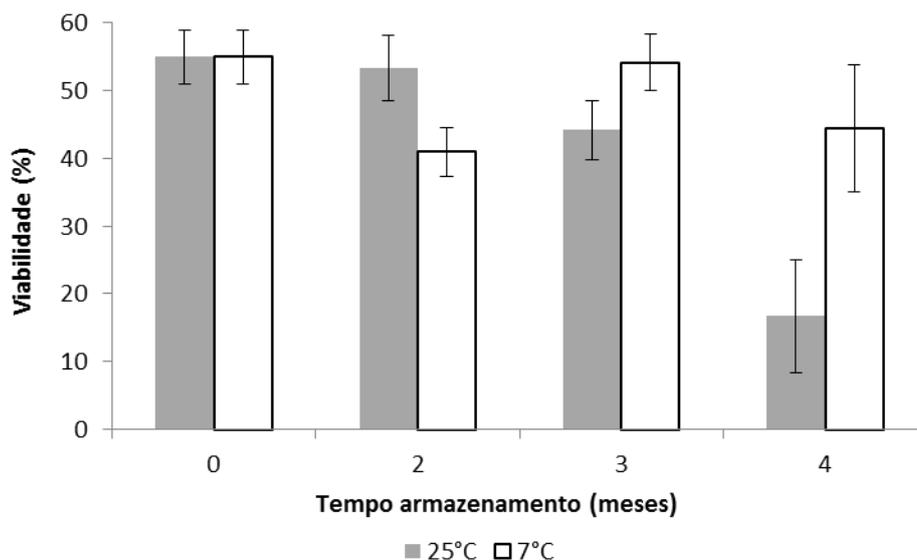


Figura 20. Viabilidade das sementes de *M. chartacea* armazenadas por hermeticamente a 25°C e 7°C conforme o tempo de armazenamento. Linhas indicam o desvio padrão.

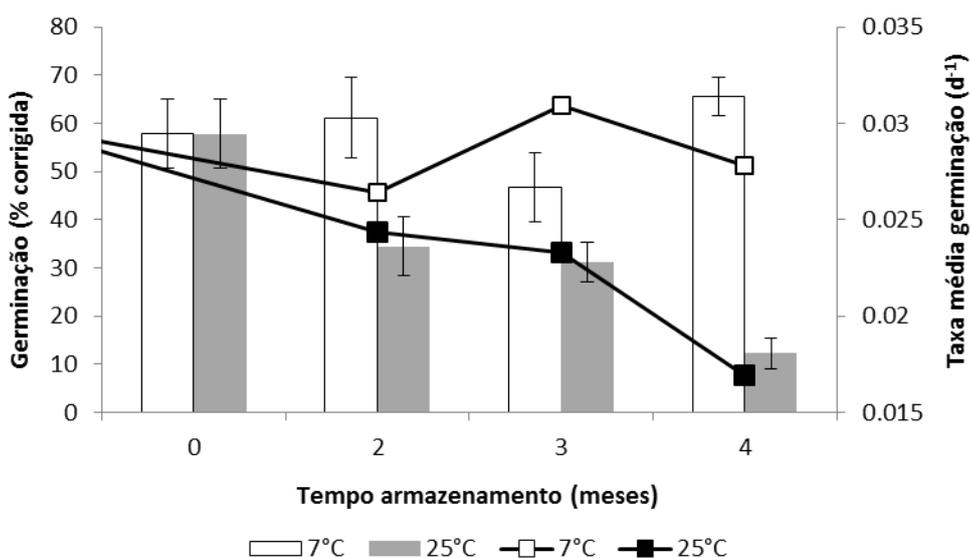


Figura 21. Variação na porcentagem de germinação corrigida (barras) e taxa média de germinação (quadrados) das sementes de *M. chartacea* em função do tempo de armazenamento a 25°C e 7°C. Linhas indicam erro padrão.

Conforme a figura 22, as sementes de *M. chartacea* apresentam dormência primária a qual pode ser quebrada com armazenamento a seco a 7°C por 120 dias, já que a gama de temperaturas na qual as sementes germinam é maior após a pós-maturação do que em sementes recém-colhidas. A porcentagem de germinação

variou conforme o armazenamento, a temperatura de incubação e a interação destes fatores (Tab. 13). Assim, de modo geral a porcentagem de germinação aumentou com o armazenamento a seco a 7°C, e a maior porcentagem de germinação aconteceu quando as sementes foram incubadas a 20°C, independentemente do armazenamento (Figura 22). A principal mudança na porcentagem de germinação ocorreu nas sementes incubadas a 15°C, cuja germinação corrigida aumentou de 1.1%, em sementes recém-colhidas, para 61.1% nas sementes pós-maturadas. Nas outras temperaturas de incubação as diferenças nas porcentagens de germinação foram mínimas entre sementes recém-colhidas e armazenadas.

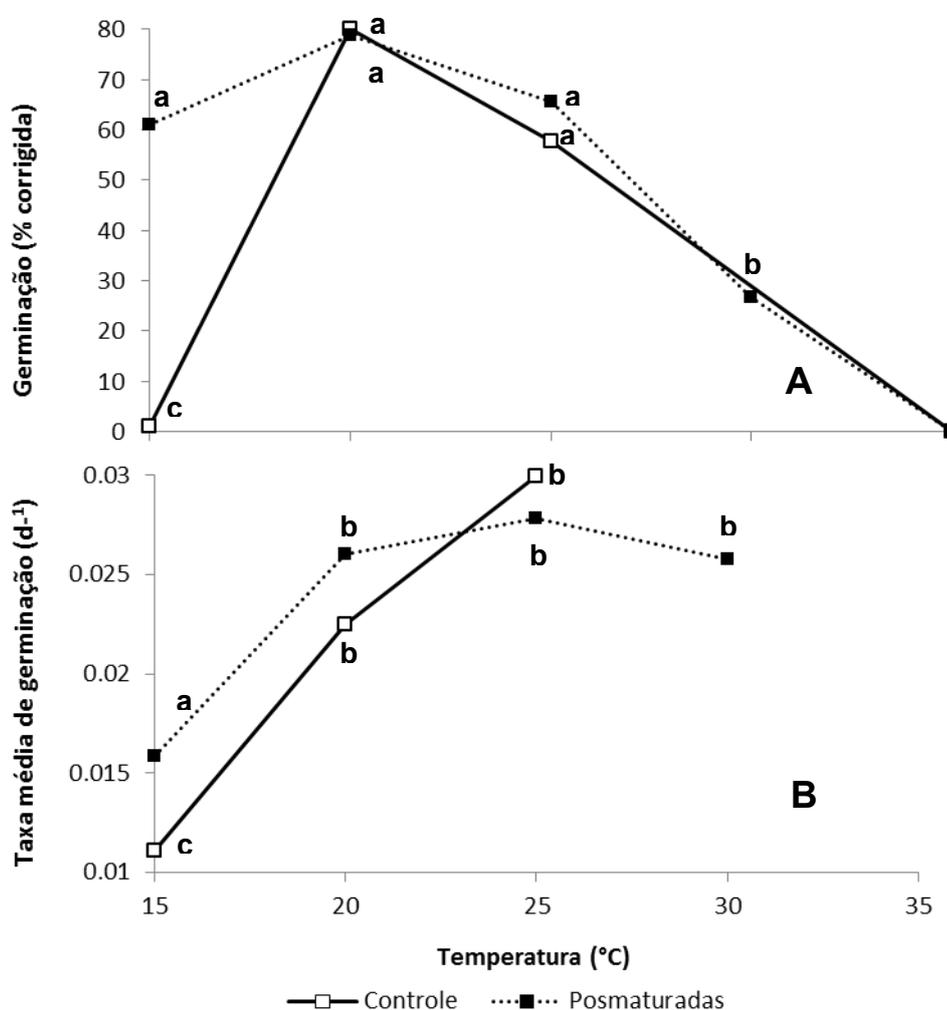


Figura 22. Porcentagens (A) e taxas médias de germinação (B) de sementes de *M. chartacea* armazenadas em seco a 7°C por 120 dias e recém-colhidas (controle) incubadas sob diferentes temperaturas. Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote. Letras diferentes indicam diferenças significativas (Tukey, $p < 0.01$)

A taxa média de germinação tende a ser maior nas sementes armazenadas do que nas sementes recém-colhidas (Fig. 22), não ocorrendo diferenças significativas entre sementes incubadas a 20 e 25°C. A taxa de germinação diferiu conforme a temperatura de incubação, sendo menor a 15°C do que nas outras temperaturas, tanto nas sementes armazenadas quanto nas recém-colhidas (Anova, $p < 0.01$; Tukey) (Fig. 22).

Tabela 13. ANOVA de dois fatores comparando as porcentagens corrigidas de germinação de sementes de *M. chartacea* conforme o tempo de armazenamento (recém-colhidas e armazenadas por 120 dias a 7°C) e a temperatura de incubação.

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Armazenagem	1	3703.7	3703.7	23.08	0.000
Temperatura	3	11952.7	5976.34	37.24	0.000
Interação	23	5450.6	2725.31	19.98	0.000
Erro	32	3851.9	160.49		
Total	93	24958.8			

S = 10.97 R-quad. = 92.25% R-quad.(ajustado) = 90.55%

A porcentagem de germinação no escuro das sementes armazenadas em seco a 7°C por 120 dias foi muito baixa, em todas as temperaturas de incubação, e não diferiu significativamente das sementes controle (sem armazenar) no escuro. Portanto o armazenamento em seco a 7°C não alterou o requerimento luminoso das sementes para germinar (Tab. 14).

Tabela 14. Porcentagem de germinação corrigida no escuro de sementes de *M. chartacea* armazenadas por 120 dias a 7°C (Armazenadas) e sem armazenar (Controle) sob diferentes temperaturas de incubação.

Temperatura (°C) incubação	Germinação corrigida (%)	
	Controle	Armazenadas
15	0	0
20	2.2 ± 3.04	0
25	1.1 ± 2.48	3.3 ± 5
35	0	1.1 ± 2.48
20/35	4.4 ± 2.48	4.4 ± 7.2
15/35	0	0
15/30	1.1 ± 2.48	1.1 ± 2.48

4 CAPÍTULO 3:

SENSIBILIDADE DAS SEMENTES DE *Miconia chartacea* À LUZ, TEMPERATURA E FITORREGULADORES.

4.1 Introdução

A seleção natural deve favorecer mecanismos que permitam às sementes perceber condições ambientais favoráveis para a germinação e o estabelecimento das plântulas, e conseqüentemente diminuem a probabilidade de encontrar condições desfavoráveis logo após da germinação. A resposta das sementes à temperatura é a mais importante no controle do momento no qual as sementes germinam no campo, sincronizando germinação com condições adequadas para o estabelecimento das plântulas. A temperatura afeta vários processos fisiológicos nas sementes como a taxa de perda de viabilidade, a perda de dormência e taxa de germinação em sementes não dormentes (Probert, 2000).

Além da temperatura a resposta da semente à luz pode controlar o momento no qual as sementes germinam no campo, o efeito da luz na germinação depende do genótipo e das condições ambientais experimentadas durante a maturação das sementes, a fase de dormência (se tiver) e a própria germinação (Pons, 2000). Luz e temperatura podem interatuar no controle da germinação, de tal forma que os requerimentos germinativos das sementes podem mudar conforme a qualidade luminosa (V/VE), a extensão do fotoperíodo e o regime de temperaturas experimentadas durante a maturação e a germinação da semente (Pons, 2000).

Em espécies cuja germinação é inibida pelo enterramento, a exposição à luz (mesmo com baixa razão V/VE e duração curta) e uma ampla flutuação térmica estimularão a germinação. Por outro lado, espécies heliófilas germinam no sub-bosque quando ocorre uma mudança na qualidade luminosa (alta razão V/VE e longo tempo de exposição), com dependência relativamente baixa da temperatura. Também há espécies não fotoblásticas, capazes de germinar e estabelecerem-se no sub-bosque (baixa razão V/VE, baixa irradiância e baixa flutuação de temperatura) e que são denominadas espécies não pioneiras. Nessas espécies, fatores intrínsecos como sementes maiores, mais pesadas e susceptíveis a dessecação dificultam ou

impedem que as sementes sejam dispersas para fora da comunidade. Já nas espécies fotoblásticas, a sobrevivência do germoplasma durante períodos desfavoráveis é fundamental para o estabelecimento das plântulas e colonização de novos territórios (Vázquez-Yáñez e Orozco-Segovia, 1990, 1993).

Os estudos sobre a resposta das espécies de *Miconia* à luz e temperatura tem mostrado que todas as espécies apresentam fotoblastismo positivo, e que a porcentagem de germinação aumenta conforme o fotoperíodo, a irradiância e a razão V/VE (Carreira e Zaidan, 2007; Godoi *et al* 2009). Além disso, as espécies de *Miconia* apresentam diferentes requerimentos luminosos, como duração do fotoperíodo (Carreira e Zaidan, 2007), podendo-se apresentar partição do nicho regulada pela resposta à luz. Segundo Ellison *et al* (1993) as plântulas de Mestomataceae se estabelecem com maior frequência em clareiras do que no sob-bosque e, a porcentagem de emergência, sobrevivência e crescimento de plântulas é maior sob condições luminosas de clareiras do que em condições de sob-bosque. Com relação à temperatura, a germinação das sementes de *Miconia* ocorre principalmente entre 20 e 30°C e as flutuações de temperatura não aumentam a porcentagem nem a taxa de germinação respeito às temperaturas constantes (Carreira e Zaidan, 2007; Silveira, 2011).

Este capítulo tem por objetivo avaliar a resposta das sementes de *M. chartacea* à luz, temperatura e fitorreguladores. Para isso será avaliado a resposta das sementes a: (1) luz constante contra escuro; (2) luz constante contra fotoperíodo de 12h/12h e escuro constante; (3) um gradiente de irradiâncias; (4) um gradiente de razão V/VE.; (5) temperaturas constantes e alternantes; (6) Interação entre luz e temperatura; (7) choque térmico; (8) fitorreguladores.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Sensibilidade da semente à luz, temperatura e fitorreguladores.

Com o fim de determinar se as sementes de *M. chartacea* são fotoblásticas positivas, negativas ou indiferentes, foi realizado um ensaio em sala climatizada à temperatura de 25 °C testando-se a germinabilidade das sementes sob duas condições luminosas: luz branca e escuro. A luz branca foi obtida a partir de duas lâmpadas fluorescentes tipo “luz do dia” (40W) e o escuro foi conseguido colocando-

se as placas de Petri dentro de Gerbox pretos. As sementes que não germinaram após 90 dias no escuro foram transferidas á luz branca e 25°C e foi registrada sua germinação. O experimento foi realizado a partir de frutos coletados em 24 de Abril de 2012, os quais foram transportados para o laboratório e imediatamente despolidos. Logo em seguida as sementes foram distribuídas em quatro placas de Petri de 9cm, sobre camada dupla de papel de filtro mantida saturada com água destilada, sendo 25 sementes por placa. A germinação no escuro foi verificada quinzenalmente sob luz verde de segurança de baixa irradiância.

Para testar o efeito da irradiância na porcentagem e taxa média de germinação, as sementes foram submetidas a seis irradiâncias (33.7; 29; 24.5; 17; 11 e; 6 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e escuro. As irradiâncias foram obtidas conforme método descrito por Godoi *et al.*, (2009), e o escuro como descrito no parágrafo anterior. Os testes de germinação foram feitos em sala climatizada a 25°C, utilizando-se sementes coletadas em 19/Junho/2012 e armazenadas por 10 dias no escuro a 25°C. Cada tratamento (irradiância) constou de cinco repetições (placas de Petri de 9cm com dupla camada de papel filtro saturada com água destilada) com 30 sementes cada.

Com o fim de estabelecer se a porcentagem e taxa média de germinação das sementes de *M. chartacea* variam com o regime de luz, foram testadas três condições luminosas: fotoperíodo de 12 horas de luz branca e 12 horas de escuro; luz branca constante e; escuro constante. As sementes que não germinaram após 90 dias no escuro foram transferidas para luz branca e 25°C, registrando-se sua germinação. O ensaio de germinação foi feito em sala climatizada a 25°C, usando-se sementes recém-colhidas coletadas em 15/Abril/2013. Cada tratamento constou de cinco repetições com 30 sementes cada.

Finalmente, foi registrada a resposta germinativa das sementes à irradiação com diferentes razões vermelho/vermelho extremo (V/VE), e escuro. Foram testadas cinco razões V/VE (1.26; 0.82; 0.4; 0.2; 0.11), obtidas conforme o método descrito por Godoi *et al.*, (2009), com as sementes sendo colocadas para germinar em placas de Petri de 9cm distribuídas ao longo da superfície de uma mesa com duas fontes luminosas, uma em cada extremidade, a 70cm de altura. Uma das fontes apresenta alta razão V/VE, obtida através de lâmpada fluorescente “Agrolux” de 15W filtrada por acrílico vermelho, enquanto que a fonte oposta apresenta baixa razão V/VE, obtida por intermédio de quatro lâmpadas incandescente de 25W

filtrada por acrílico vermelho e azul. A razão V/VE foi determinada com auxílio de espectrorradiômetro (Godoi *et al.*, 2009). Os testes de germinação foram feitos em sala escura climatizada a 20°C, utilizaram-se sementes coletadas em 15/Maio/2013 despolpadas sob luz difusa e armazenadas por cinco dias em escuro a 25°C. As contagens de germinação foram feitas na mesma mesa de gradiente luminoso mantendo as placas de Petri na razão V/VE própria de cada tratamento. As sementes que não germinaram após 90 dias no escuro foram transferidas para luz branca e 20°C, registrando-se sua germinação. Utilizaram-se cinco repetições de 30 sementes cada. Além dos testes de comparação de médias (Anova), foi feito um teste de Scheffé para comparar os tempo médios de germinação agrupando as razões V/VE em três condições luminosas: aberto, que inclui razões V/VE. 1.26 e 0.8; médio, que inclui a razão 0.4; e fechado, que engloba as razões 0.2 e 0.11.

4.2.2 Resposta germinativa da semente em gradiente térmica, interação luz-temperatura e choque térmico.

Com o fim de determinar as temperaturas cardeais e a resposta germinativa das sementes de *M. chartacea* à alternância de temperatura, as sementes foram submetidas às temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, e 35°C bem como a dois regimes de temperaturas alternantes – 15/25 e 20/30°C – sendo 12 horas em cada temperatura e luz branca constante. O ensaio de germinação foi feito em câmaras tipo B.O.D., com sementes coletadas em 19/Junho/2012 e armazenadas por 8 dias a 25°C, utilizando-se cinco repetições com 30 sementes cada.

Para testar se os requerimentos luminosos das sementes de *M. chartacea* mudam com a temperatura de incubação, foi feito um ensaio de germinação com quatro temperaturas constantes (15, 20, 25, 35°C) e três alternantes (15/30, 15/35 e 20/35°C) sob luz branca e escuro constantes. Nas temperaturas alternantes as sementes foram submetidas por 10 horas à temperatura mais alta do par, e por 14 horas à temperatura mais baixa. O ensaio foi feito com sementes recém-colhidas, provenientes da coleta realizada em 21/Maio/2013. Foram utilizadas cinco repetições com 30 sementes cada.

Testou-se o efeito do choque térmico na germinação das sementes, comparando a porcentagem e taxa média de germinação de sementes não tratadas (controle) e de sementes submetidas a 64°C por 30 minutos (choque térmico). O choque térmico foi feito colocando-se as sementes em placas de Petri com dupla camada de papel filtro saturada com água destilada, as quais foram mantidas por 30 minutos em estufa a 64°C. As placas foram mantidas sob luz branca constante, a 25°C, em sala climatizada, utilizando-se cinco repetições de 30 sementes cada. As sementes provieram de coleta realizada em 1/Agosto/2012 armazenadas por cinco dias a 25°C.

4.2.3 Resposta germinativa da semente a fitorreguladores.

Para verificar possível presença de dormência primária, as sementes foram colocadas para germinar em sala climatizada, a 25°C, sob luz branca, submetidas aos seguintes tratamentos: água destilada (controle); solução de KNO₃ 1mM; solução de GA₃ 72.1µMol/L; solução de GA₃ 144.35 µMol/L; solução de ácido 2-cloroetilfosfônico (CEPA) a 1730µMol/L; solução de ácido 2-cloroetilfosfônico (CEPA) a 3460µMol/L; e solução de KNO₃ 1mM+GA₃ 72.1µMol/L. Foram testados dois métodos com todos os tratamentos, sendo que em um deles as sementes permaneceram imersas por seis dias (tempo necessário para a estabilização da curva de embebição, conforme o Capítulo 1) nas soluções, enquanto que em outro as sementes eram irrigadas a cada quatro dias com as respectivas soluções. No tratamento com KNO₃ 1mM+GA₃ 72.1µMol/L, testou-se apenas o método de embebição por seis dias. Os ensaios foram realizados em placas de Petri, usando-se como substrato camada dupla de papel de filtro, em cinco repetições de 30 sementes cada. Foram utilizadas sementes armazenadas por 37 dias a 25°C, oriundas de coleta feita em 19/Junho/2012.

4.3 Resultados

4.3.1 Sensibilidade da semente à luz.

Sementes de *M. chartacea* incubadas a 25°C apresentaram fotoblastismo positivo, já que as porcentagens de germinação de sementes mantidas sob luz branca foram significativamente (Anova, $p < 0,001$; Tukey) maiores do que as de sementes incubadas em escuro (Tab.15). Essas últimas, após transferência para luz

branca decorridos 90 dias, atingiram porcentagens de germinação tão elevadas quanto às de sementes incubadas sob luz branca desde o início do experimento. Além disso, o tempo médio de germinação foi significativamente menor (Tukey, $p < 0.001$) e a sincronia da germinação maior nas sementes transferidas do escuro para a luz do que nas sementes incubadas diretamente sob luz branca (Tab. 15, Fig. 23).

Tabela 15. Resposta germinativa das sementes de *M. chartacea* incubadas a 25°C sob diferentes condições luminosas.

Condição luminosa	Germinação corrigida (%)	Tempo médio de germinação (d)
Luz branca	64.1±20.7a	53.14±6.57 ^a
Escuro	3.1±3.6b	n.e.
Escuro* → luz branca	79.7±20.7a	16.3±2.16b

Letras diferentes indicam diferenças altamente significativas ($p < 0.001$). n.e., não estimado.
* 90 dias no escuro e depois transferidas para luz branca.

Além da presença ou não, a quantidade da luz também afetou a resposta germinativa das sementes da espécie. Assim, a porcentagem de germinação aumentou com a irradiância, seguindo uma regressão quadrática ($p < 0,001$; Fig. 24) onde a germinabilidade aumentou desde a irradiância zero até 24.5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, na qual a germinabilidade se estabilizou (Fig. 24). O tempo médio de germinação não diferiu em relação à irradiância (Anova, $p = 0.082$) (Tab. 16). As sementes germinaram de forma intermitente independentemente da irradiância, apresentando uma alta dispersão da germinação no tempo e uma baixa sincronia (índice Z), além de um tempo médio de germinação maior que 30 dias (Fig. 25, Tab. 16).

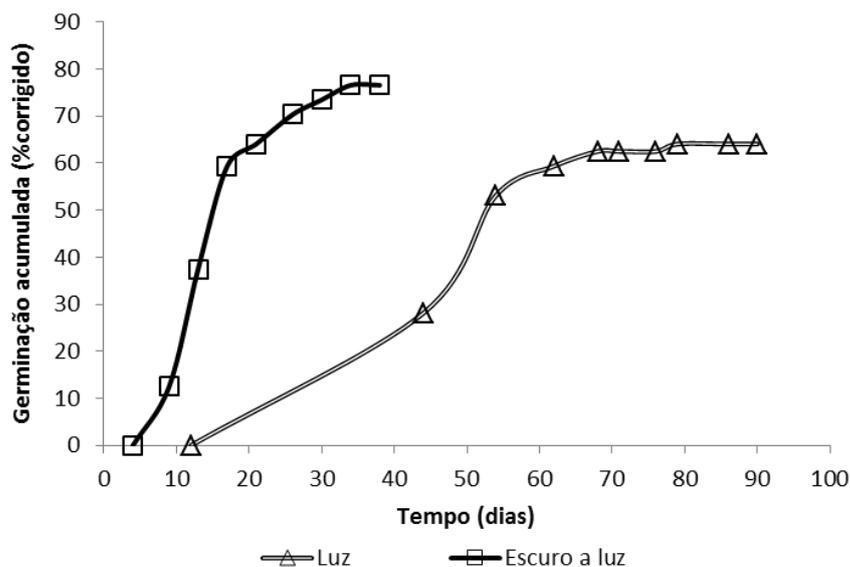


Figura 23. Curvas de germinação de sementes de *M. chartacea* incubadas a 25°C sob luz branca (Δ) e sementes embebidas mantidas no escuro por 90 dias e depois transferidas a luz branca (□).

Tabela 16. Resposta germinativa das sementes de *M. chartacea*, incubadas a 25°C e luz branca com diferentes irradiâncias.

Irradiância ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	Germinação corrigida (%)	Tempo médio de germinação (d)	Índice Z
33.7	52±9.7ab	47±4.1 a	0.04±0.02a
29	68±10.4 a	37±9.9 a	0.08±0.02a
24.5	49±6.5 abc	39±5.6 a	0.05±0.03a
17	35±9.4 bc	43±9.6 a	0.05±0.06a
11	30±14.1 c	31±8.5 a	0.12±0.13a
6	41±16.7 c	44±9.6 a	0.06±0.05a
0	4±4.2 d	n.e.	n.e.

Letras diferentes indicam diferenças altamente significativas ($p < 0.001$). n.e., não estimado.

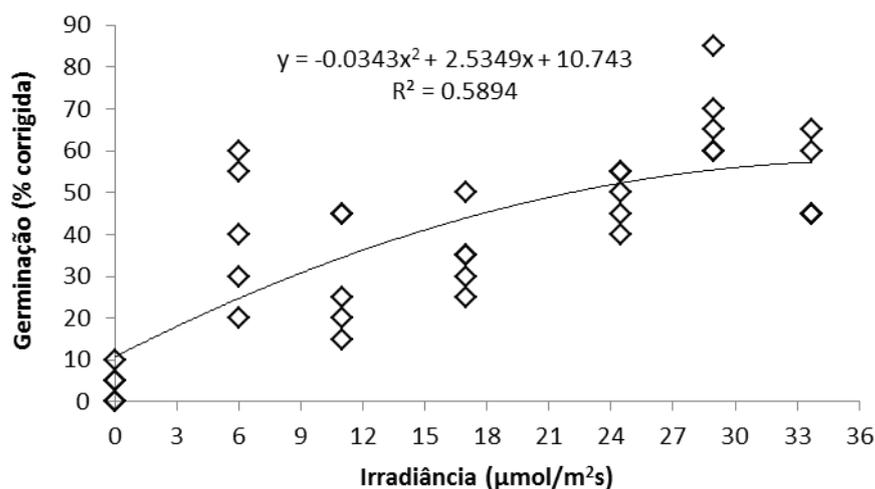


Figura 24. Variação na porcentagem de germinação das sementes de *M. chartacea*, incubadas a 25°C sob diferentes irradiâncias. Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote.

Em relação ao fotoperíodo não houve diferenças significativas na porcentagem de germinação das sementes incubadas sob luz branca constante e sob 12h luz e 12h de escuro, já as sementes incubadas sob escuro a porcentagem de germinação foi significativamente menor que nas outras (Kruskal-Wallis, $p=0.004$; Mann-Whitney) (Tab. 17). O tempo médio de germinação não diferiu entre as sementes incubadas sob luz branca constante e sob 12h luz e 12h de escuro (T-Student, $p=0.402$) (Tab. 17).

Assim como no ensaio de fotoblastimo (Tab. 15), as sementes embebidas no escuro a 25°C por 90 dias e transferidas para luz branca constante atingiram porcentagens de germinação tão elevadas quanto às sementes incubadas diretamente em luz branca constante e com fotoperíodo 12/12h (Kruskal-Wallis, $p=0.162$) (Tab. 17). O tempo médio de germinação foi também menor (Anova, $p=0.001$; Tukey) nas sementes embebidas no escuro e transferidas para luz branca do que nos tratamentos com luz branca constante e fotoperíodo 12h/12h (Tab. 17).

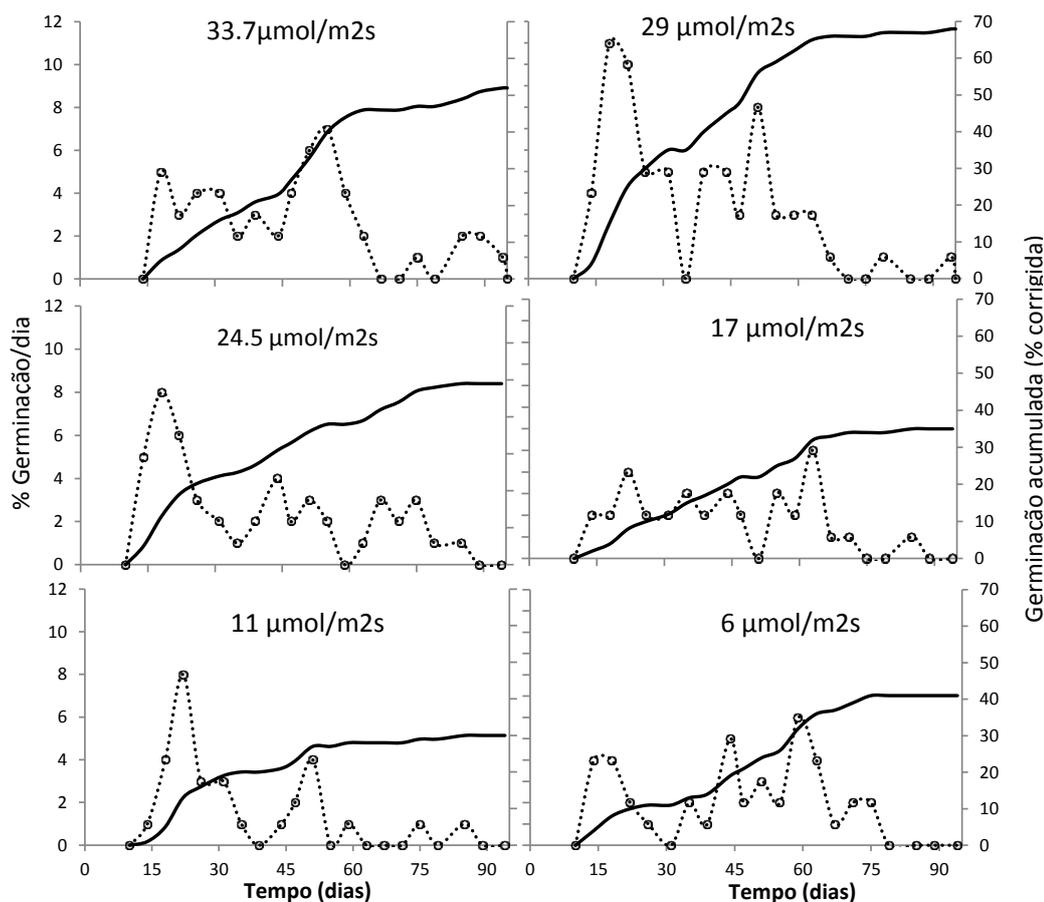


Figura 25. Distribuições dos tempos de germinação e germinação acumulada das sementes de *M. chartacea* conforme a irradiância. As linhas contínuas representam as curvas de germinação acumulada, e as linhas pontilhadas representam a porcentagem de germinação diária. Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote.

Tabela 17. Resposta germinativa das sementes de *M. chartacea* incubadas a 25°C sob fotoperíodos.

Condição luminosa	Germinação corrigida (%)	Tempo médio de germinação (dias)
Luz branca constante	72.7±23.18 a	36.6±5.66 ^a
12h luz/12h escuro	60±8.13a	40.1±6.79 ^a
Escuro	3.64±4.98 b	n.e.
Escuro* → luz branca	55.23±11.11a	16.24±9.47b

Letras diferentes indicam diferenças altamente significativas ($p < 0.01$). n.e., não estimado.

* 90 dias no escuro e depois transferidas à luz branca.

Sementes de *M. chartacea* submetidas a um gradiente de qualidade luminosa (razão V/VE) não apresentaram diferenças significativas na germinabilidade nas diferentes razões V/VE, enquanto que sementes incubadas no escuro atingiram

porcentagens de germinação muito menores do que em qualquer um dos tratamentos V/VE (Anova, $p < 0.001$; Tukey)(Tab.18). O tempo médio de germinação diferiu significativamente conforme a qualidade luminosa (Anova, $p < 0.001$; Tukey), de tal forma que o tempo que as sementes demoram para germinar diminui à medida que aumenta a razão V/VE seguindo uma função quadrática (Fig. 26). Assim, o tempo de germinação caiu de 61.74 ± 5.39 dias na razão 0.11 para 41.36 ± 6.27 dias na razão 0.4V/VE., ficando relativamente estável até serem atingidas condições luminosas similares às de locais abertos (1.26V/VE.) (Fig. 25, Tab. 18). Conforme o teste de Scheffé, na condição luminosa “fechado” o tempo médio de germinação é significativamente maior ($p < 0.01$) do que nas condições “aberto” e “médio”, e entre estas ultimas não houve diferenças significativas (Tab. 19).

Quando as sementes incubadas no escuro por 94 dias foram transferidas para luz branca a 20°C , as germinabilidades atingiram valores similares às de sementes incubadas nas diferentes razões V/VE. (Anova, $p = 0.541$). Por outro lado, o tempo médio de germinação foi significativamente menor (Anova, $p < 0.001$; Tukey) nas sementes incubadas sob escuro e transferidas para luz do que naquelas mantidas em diferentes razões de V/VE (Tab.18).

Tabela 18. Resposta germinativa de sementes *M. chartacea* à irradiação com diferentes razões vermelho/vermelho extremo (V/VE) e escuro, incubadas a 20°C .

Relação V/VE.	Germinação corrigida (%)	Tempo médio germinação (dias)	Índice Z
1.26	50.03 ± 14.67 a	44.02 ± 7.78 bc	0.094 ± 0.035 ac
0.82	46.28 ± 19.58 a	38.85 ± 6.44 c	0.174 ± 0.074 ab
0.4	55 ± 25.6 a	41.36 ± 6.27 bc	0.208 ± 0.179 abd
0.2	35.02 ± 9.48 a	52.36 ± 6.63 ab	0.360 ± 0.367 b
0.11	45.03 ± 11.19 a	61.74 ± 5.39 a	0.056 ± 0.038 cd
0	1.25 ± 2.8 b	n.e.	n.e.
Esc.*→ luz	41.41 ± 15.47 a	22.97 ± 1.92 d	n.e.

Letras diferentes indicam diferenças altamente significativas ($p < 0.01$) dentro de cada coluna. n.e., não estimado. * 90 dias no escuro e depois transferidas para luz branca.

Tabela 19. Comparações ortogonais (teste de Scheffé) do tempo médio de germinação de sementes *M. chartacea* conforme as razões V/VE.

Comparações (Relação V/VE.)	Diferença	Diferença mínima significativa
Aberto vs. médio	0.0004 n.s.	8.1
Aberto vs. fechado	28.41 **	8.1
Médio vs. fechado	19.11 **	8.1

A condição aberto inclui as razões V/VE. 1.26 e 0.8, a condição médio inclui a razão 0.4 e a condição fechado inclui as razões 0.2 e 0.11. n.s. diferenças não significativas, ** diferenças altamente significativas.

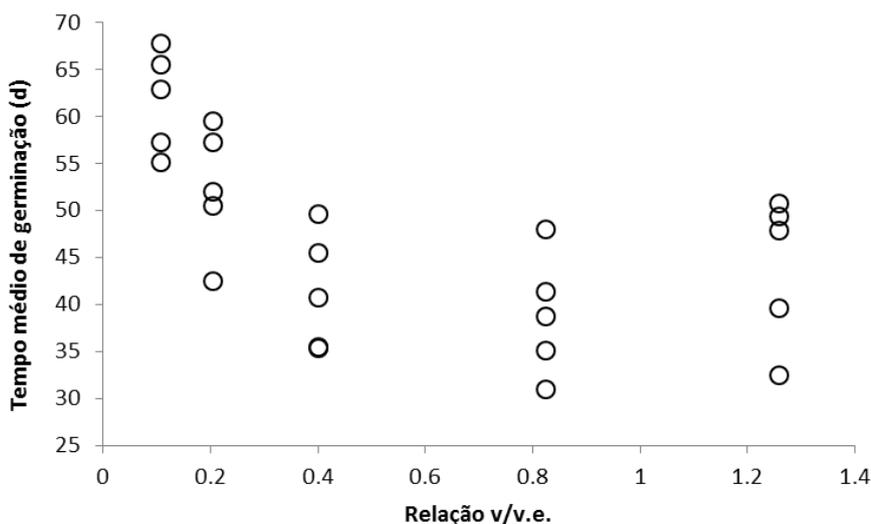


Figura 26. Variação no tempo médio de germinação das sementes de *M. chartacea* conforme a razão V/VE.

A distribuição dos tempos de germinação das sementes de *M. chartacea* exibiu um padrão multimodal (germinação intermitente) independentemente da razão V/VE, com uma elevada dispersão da germinação no tempo e, portanto uma alta assincronia (Fig. 27). Além disso, a distribuição dos tempos de germinação não foi homogênea, variando em função das diferentes razões V/VE, conforme indicado na Figura 27, assim nos os extremos do gradiente de razão V/VE. (0.11 e 1.26) apresentaram o menor grau de sincronia (índice Z) e não diferem entre si. As sementes incubadas sob a razão V/VE. 0.2 apresentaram a maior sincronia, diferindo significativamente (Mann-Whitney, $p=0.0122$) das sementes incubadas sob razões V/VE 1.26 e 0.11. Já as razões V/VE 0.2; 0.4 e 0.82 não diferiram em relação ao grau de sincronia da germinação (Tab. 17).

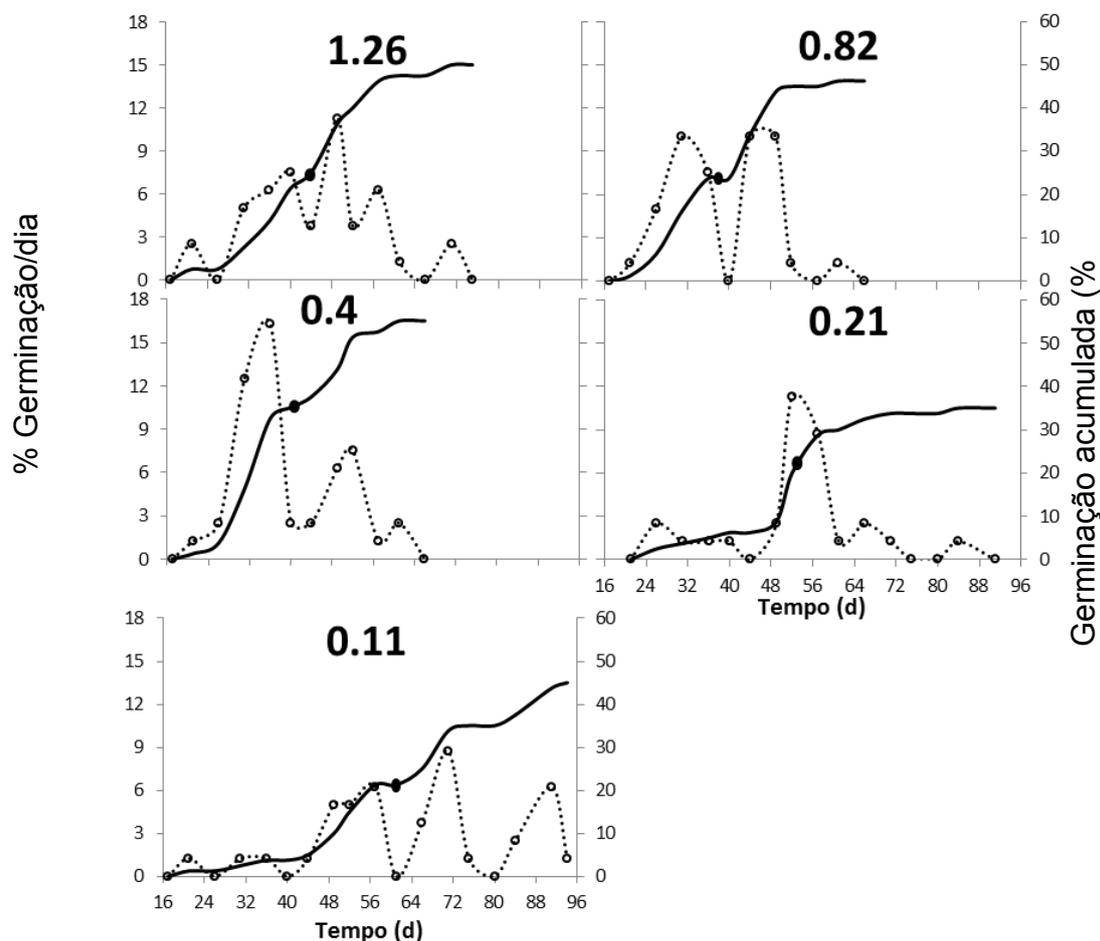


Figura 27. Distribuições dos tempos de germinação de sementes de *M. chartacea* incubadas a 20°C sob diferentes razões V/VE). Elipse preta indica o tempo médio de germinação. As linhas contínuas representam as curvas de germinação acumulada, e as linhas pontilhadas representam a porcentagem de germinação diária. Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote.

4.3.2 Resposta germinativa da semente a gradiente térmica, interação luz-temperatura e choque térmico.

A porcentagem de germinação das sementes de *M. chartacea* variou significativamente (Kruskal-Wallis, $P=0.003$) conforme a temperatura de incubação, com um pico de germinação a 20°C que diferiu significativamente das temperaturas de 15 e 35 °C (Mann-Whitney, $P=0.027$) (Fig. 28). A taxa média de germinação tendeu a aumentar com a temperatura na faixa de 15 a 25 °C, estabilizando-se a partir daí. Sementes incubadas a 15°C apresentaram a menor taxa média de germinação (Mann-Whitney, $P<0.027$), ao passo que as demais temperaturas não diferiram entre si.

À medida que a temperatura aumenta a germinação tendeu a acontecer mais cedo, de tal forma que as sementes incubadas a 15°C começaram a germinar após 53 dias, as incubadas a 20°C após 20 dias, enquanto que nas outras temperaturas as sementes começaram a germinar ao redor do dia 15 (Fig. 29). Em todas as temperaturas os tempos de germinação apresentaram uma ampla dispersão (Fig. 29). As sementes incubadas nas temperaturas alternantes (15/25 e 20/30°C) não diferiram das sementes incubadas a 20°C constantes na porcentagem nem na taxa média de germinação (Mann-Whitney, $P > 0.5$; Fig. 28).

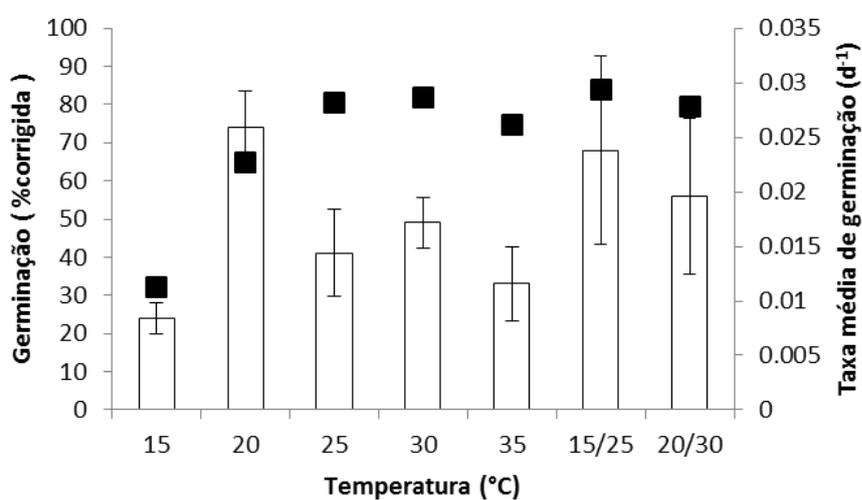


Figura 28. Variação da porcentagem (barras) e taxa média de germinação (quadrados) de sementes de *M. chartacea* conforme a temperatura. Linhas indicam o erro padrão. Coleta 19/06/2012.

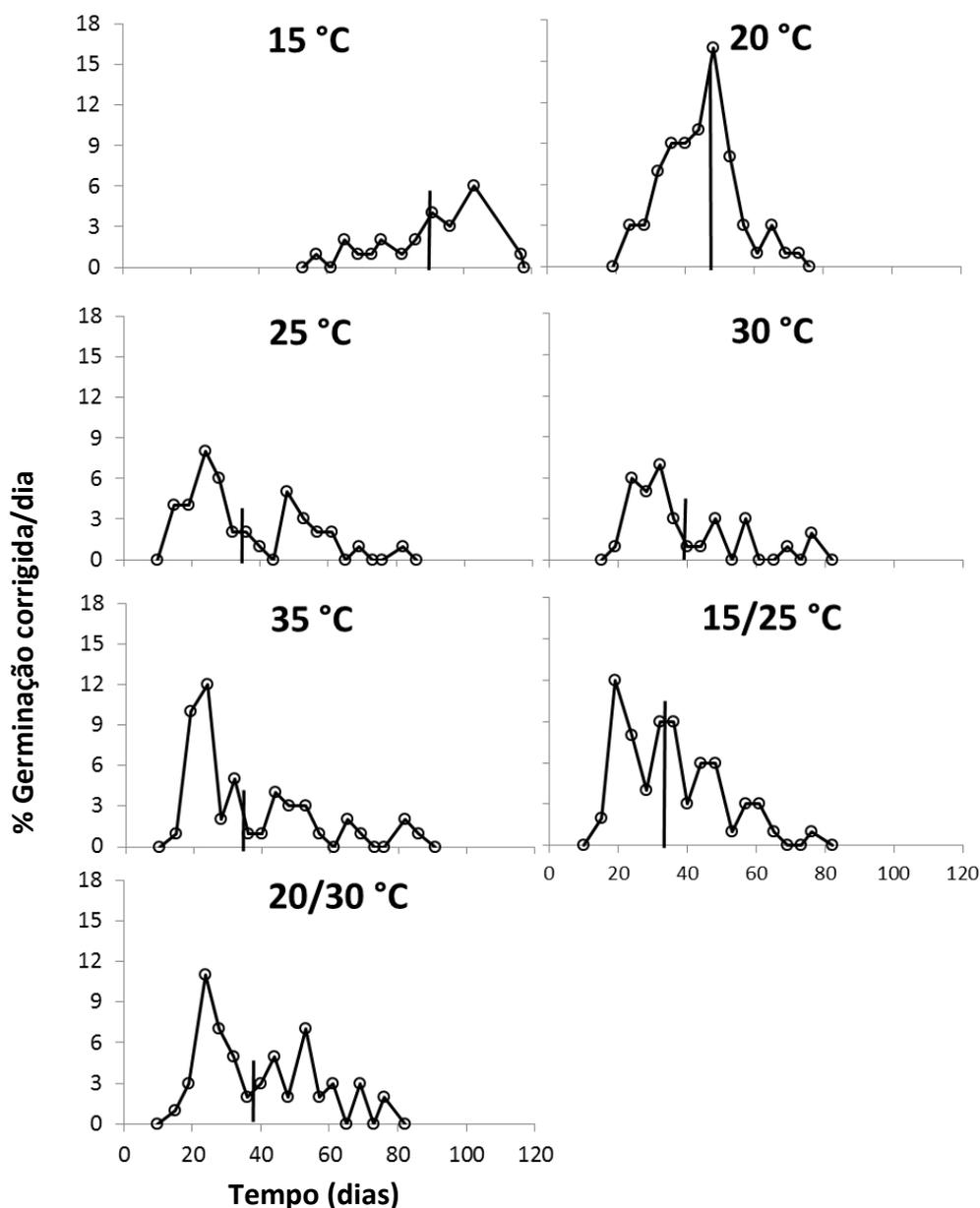


Figura 29. Distribuições dos tempos de germinação de sementes de *M. chartacea* conforme a temperatura. Germinação corrigida pela viabilidade máxima do lote. Linhas verticais indicam o tempo médio de germinação.

A germinação das sementes de *M. chartacea* é governada pela temperatura (T) e pela luz (L) (Anova de duas vias, com T, L e a interação TxL altamente significativas, $p < 0.001$). As sementes somente atingiram altas porcentagens de germinação quando foram incubadas na luz e nas temperaturas 20 e 25°C. No escuro a germinação é muito baixa ($2.2 \pm 3\%$ corrigida), mesmo a 20°C. A luz e temperatura interagiram de modo tal, que as sementes incubadas tanto na luz quanto no escuro apresentaram as menores porcentagens corrigidas de germinação

nas temperaturas constantes de 15 e 35 °C, e no regime alternante 15/35°C (Figura 30). Além disso, os regimes 15/30°C e 20/35°C não incrementaram as porcentagens corrigidas de germinação em comparação com a temperatura constante de 20°C (Fig. 30).

Nas sementes incubadas sob luz, a taxa média de germinação diferiu significativamente conforme a temperatura (Anova, $p < 0.001$), sendo que as sementes incubadas a 25°C apresentaram a maior taxa de germinação, seguidas por aquelas mantidas a 20°C. Nas demais temperaturas as taxas não diferem entre si (Tukey, $p < 0.001$, Fig. 31). Assim, a temperatura alternante não aumentou nem a taxa média nem a porcentagem corrigida de germinação das sementes incubadas sob luz branca constante (Fig. 30), bem como não alterou os requerimentos luminosos das sementes incubadas no escuro (Fig. 30).

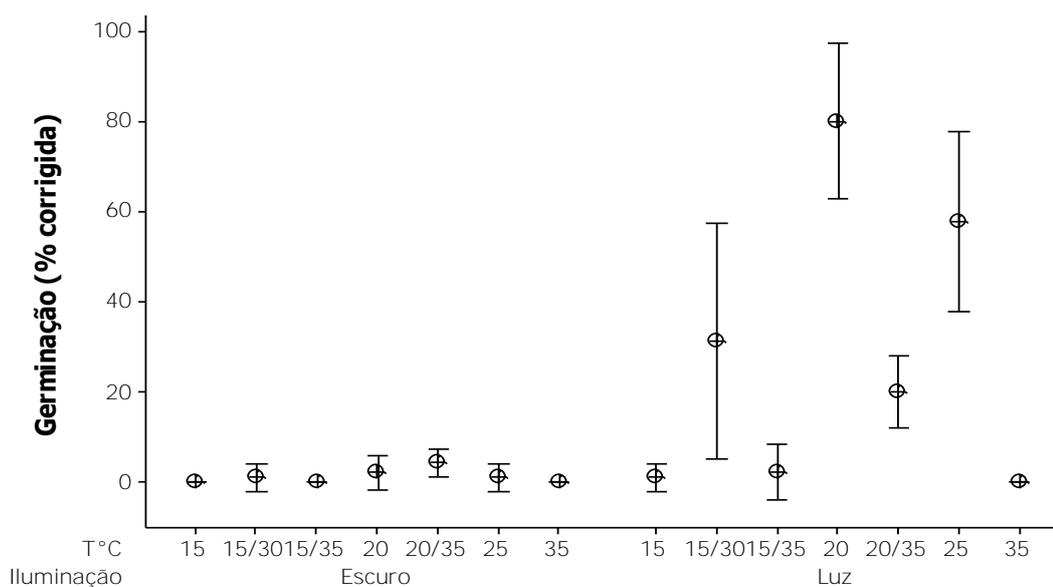


Figura 30. Germinação corrigida das sementes de *M. chartacea* incubadas sob diferentes regimes térmicos, em duas condições luminosas (luz e escuro). Barras indicam intervalos de confiança da média ($\alpha = 95\%$)

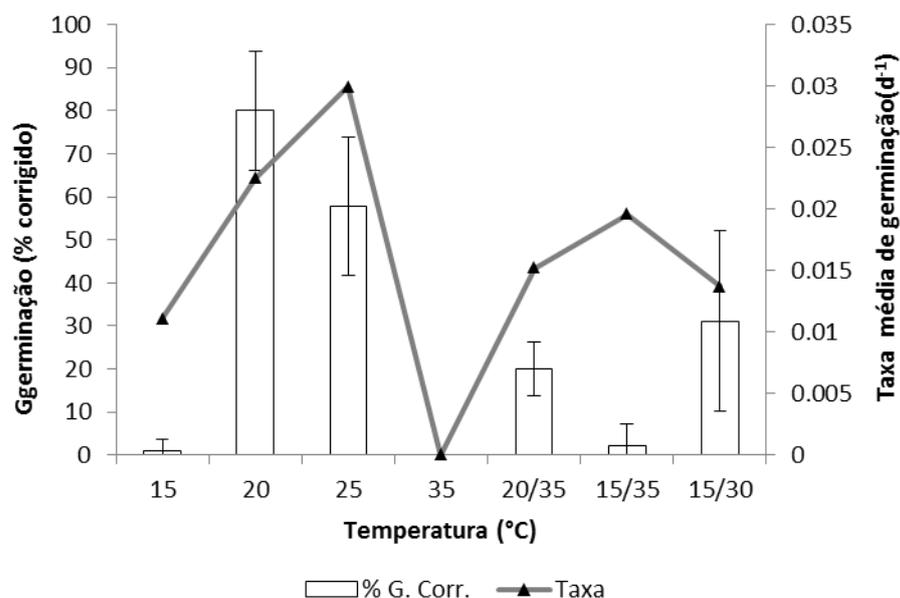


Figura 31. Taxa média (triângulo) e porcentagem corrigida de germinação (barras) das sementes de *M. chartacea* incubadas com luz branca constante sob diferentes regimes térmicos. Linhas indicam erro padrão.

O choque térmico (64°C por 30 minutos) diminuiu significativamente (T-Student, $p=0.014$) a porcentagem corrigida de germinação em relação ao controle (sementes não tratadas), mas não afetou o tempo médio de germinação (T-Student, $p=0.911$) (Tab. 20).

Tabela 20. Resposta germinativa das sementes de *M. chartacea*, incubadas a 25°C e luz branca constante, com choque térmico e sem ele (controle).

Tratamento	Germinação corrigida (%)	Tempo germinação (dias)
Controle	71.58 ± 20.59a	33.3 ± 2.12 ^a
Choque térmico	31.58 ± 20.04b	32.9 ± 7.66 ^a

Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p<0.05$) dentro de colunas. Choque térmico (64°C por 30 minutos).

4.3.3 Resposta germinativa da semente a fitorreguladores.

Em termos de germinabilidade, não houve diferença entre os dois métodos de aplicação dos fitorreguladores, ou seja, embebição por 6 dias ou irrigação a cada 4 dias (Anova, $P=0.8$). Quanto ao efeito das substâncias, somente o etileno a 240ppm causou maior porcentagem de germinação do que o controle em água destilada

(Dunnett, $P < 0.001$) em ambos os métodos (Fig. 32). Já o tempo médio de germinação das sementes tratadas com os fitorreguladores não diferiu do controle, qualquer que tenha sido o método de aplicação (Anova, $p > 0.08$; Dunnett) (Tab. 21). A promoção da germinabilidade pelo etileno a 240ppm sugere que as sementes de *M. chartacea* são liberadas da planta mãe com dormência.

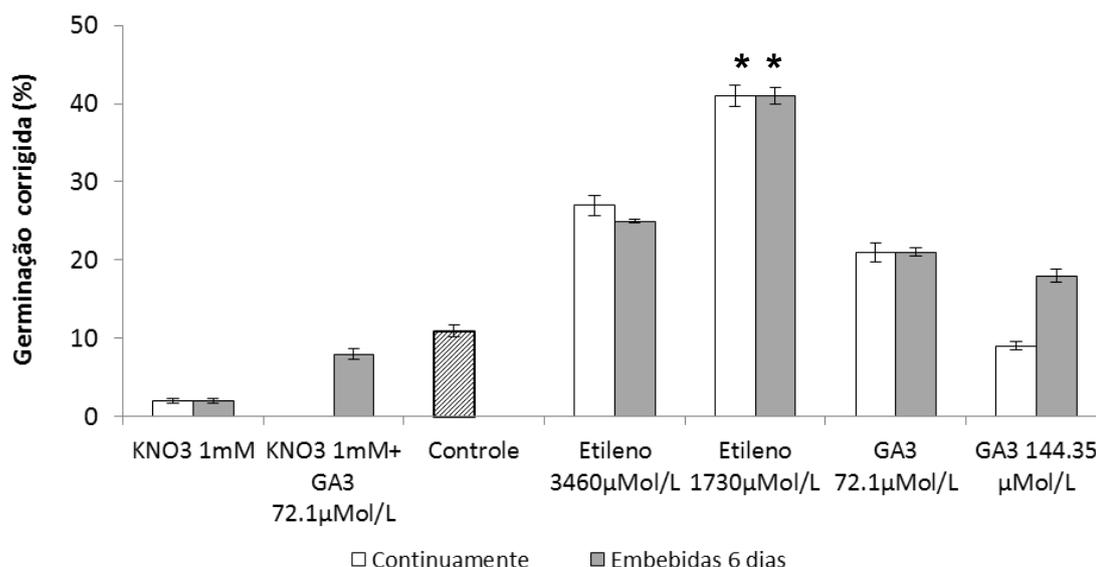


Figura 32. Germinação corrigida de sementes de *M. chartacea* incubadas a 25°C e luz branca constante, submetidas a diferentes tratamentos com fitorreguladores, aplicados a cada quatro dias (barras brancas) ou uma única vez por 6 dias diretos (barras cinza). O experimento foi acompanhado por 81 dias. Linhas indicam o erro padrão. * Indica diferenças significativas do controle (Dunnett, $p < 0.001$)

Tabela 21. Variação do tempo médio de germinação das sementes de *M. chartacea* incubadas a 25°C e luz branca constante com diferentes fitorreguladores aplicados a cada quatro dias ou uma única vez, por 6 dias corridos. Não há diferenças significativas.

Tratamento	Tempo médio de germinação (d)	
	Irrigadas a cada 4 dias	Embebidas por 6 dias
Controle	35.94 ± 7.63	35.94 ± 7.63
Etileno 1730µMol/L	42.8 ± 4.77	37.61 ± 9.84
Etileno 3460µMol/L	39.16 ± 4.9	50.03 ± 6.92
GA ₃ 72.1µMol/L	43.04 ± 2.77	44.34 ± 6.1
GA ₃ 144.35 µMol/L	34.8 ± 12.06	45.28 ± 13.85
KNO ₃ 1mM	19.9	36
KNO ₃ 1mM+ GA ₃ 72.1µMol/L	-----	42.62 ± 13.16

5 DISCUSSÃO GERAL

Embora a família Melastomataceae apresente uma grande diversidade de hábitos de crescimento e ocorra em diferentes fisionomias, tipicamente apresenta sementes pequenas (<5mm) e muito leves (<0.01g) (Mendoza e Ramírez, 2006; Silveira, 2011). As espécies de *Miconia* comumente tem frutos com muitas sementes diminutas a pequenas (<1 até 3mm) (Mendoza e Ramírez, 2006). Mesmo que no nível de comunidade vegetal as sementes de *Miconia* spp. sejam pequenas, é possível dividir dentro do gênero as sementes como pequenas ou grandes. Conforme Martins *et al.*, (1996), de modo geral espécies de *Miconia* cujos frutos tem poucas sementes apresentam sementes grandes, sendo que esses autores classificam as sementes de *M. chartacea* como grandes e poucas por fruto.

As sementes de *M. chartacea* apresentam peso fresco médio de 16.5 ± 5.4 mg, e comprimento maior que 3mm, portanto podem ser consideradas grandes dentro da família que comumente tem sementes entre 0.1 e 10mg (Silveira, 2011) e comprimentos menores a 2mm (Ocampo e Almeda, 2013). O peso fresco das sementes é muito variável (coeficiente de variação 33%), e diminui conforme aumenta o número de sementes por fruto, confirmando-se a relação negativa entre número de sementes por fruto e peso das sementes constatada por Martins *et al.*, (1996). Além disso, o número de sementes por fruto não é constante, tendo desde frutos com uma semente até frutos com cinco sementes. Assim, a relação entre peso de sementes e número de sementes por fruto e a distribuição heterogênea da frequência de frutos com diferente número de sementes explicam o alto coeficiente de variação de peso de sementes.

Embora o peso de cada semente diminua conforme aumenta o número de sementes por fruto, o peso total das sementes por fruto (a massa total de sementes) aumenta com o número de sementes por fruto. Isto pode ser reflexo do compromisso entre aumentar a produção de sementes diminuindo seu tamanho (maior prole) ou aumentar o tamanho das sementes reduzindo seu número (maior chance de estabelecimento) (Leishman *et al.*, 2002). Ou pode ser devido à limitação de recursos, de tal forma que a competição dentro do fruto aumente com o número de óvulos (Fenner e Thompson, 2005a). Segundo Wulff (1995) a correlação negativa entre número e peso de sementes geralmente evidencia competição entre óvulos,

sendo que o peso das sementes é principalmente determinado pela competição de recursos. Neste trabalho não foi testado o sucesso das sementes conforme seu peso, nem o número de sementes por fruto, portanto não é possível estabelecer a causa da relação negativa entre número e peso de sementes por fruto.

Segundo Goldenberg (2010), *Miconia chartacea* pode apresentar de uma até dez sementes por fruto, mas não se conhece a distribuição de frequência do número de sementes por fruto. Os resultados aqui apresentados mostram que os frutos com duas sementes são os mais comuns (60%), seguidos dos frutos com três sementes (20%) e frutos com uma e quatro sementes (ca. 8% cada), sendo que somente um fruto dos 390 analisados apresentou cinco sementes. Além disso, a distribuição de frequência do número de sementes por fruto é muito estável, já que não varia conforme o peso dos frutos nem a data de coleta. A ausência de correlação entre peso do fruto e número de sementes também acontece em *Miconia albicans* (Sw) Triana (Vieira e Carvalho, 2009) e, assim como em *Miconia chartacea*, nesta espécie o peso do fruto depende mais do peso da polpa do que do peso das sementes. Não é possível afirmar que o peso do fruto e número de sementes estejam correlacionados no gênero, devido à falta de trabalhos.

As sementes de *M. chartacea* apresentam um conjunto de características típicas das espécies pioneiras como tamanho pequeno, fotoblastismo positivo, tolerância à dessecação, aumento da germinabilidade com a irradiação (Foster e Janson, 1985; Hong e Ellis, 1996; Swaine e Whitmore, 1988; Vázquez-Yáñez e Orozco-Segovia, 1993;). Ainda que sementes pequenas e com fotoblastismo sejam características comuns a todas as Melastomataceae estudadas e tipicamente sejam associadas com estratégia pioneira (Ellison *et al.*, 1993; Silveira, 2011), tais características provavelmente estão limitadas pela filogenia (Ellison *et al.*, 1993; Silveira, 2011) e, portanto, não necessariamente implicam que todas as espécies desta família se comportem como pioneiras (Ellison *et al.*, 1993). Assim o gênero *Miconia* apresenta espécies com sementes pequenas e fotoblasticas que ocorrem numa variedade de habitats desde campos até florestas fechadas (Ellison *et al.*, 1993).

Souza e Válio (2001) não encontraram relação entre grupo sucessional e fotoblastismo positivo, mas sim entre fotoblastismo positivo e tamanho das sementes, sendo que as sementes pequenas apresentam fotoblastismo positivo

independentemente do grupo sucesional. Portanto o fotoblastismo positivo não sempre é bom preditor do grupo ecológico (pioneiro ou não pioneiro). O fotoblastismo positivo das sementes de *Miconia chartacea* pode funcionar como um mecanismo que permite detectar presença ou ausência de luz, evitando que as sementes enterradas germinem, o que é de vital importância para as sementes pequenas cuja quantidade de reservas seria insuficiente para as plântulas alcançarem a superfície após a germinação no escuro (Fenner e Thompson, 2005b). Mas, como discutido anteriormente, deve-se destacar que o caráter fotoblástico positivo de *Miconia chartacea* não significa que a espécie seja pioneira.

O enquadramento das espécies em pioneiras ou não pioneiras é tarefa difícil e até arbitrária, devido ao fato de que na natureza existe um contínuo de condições ambientais e de sensibilidade à qualidade da luz, e não a dicotomia germina no sub-bosque ou sob clareiras. Os dados aqui obtidos indicam que as sementes de *M. chartacea* têm a capacidade de germinar sob ampla gama de condições luminosas desde sub-bosque com dossel fechado (0.11-0.22 V/VE), clareiras pequenas (0.4 V/VE) até locais abertos (0.8-1.12 V/VE). Segundo a classificação de Swaine e Whitemore (1988), *M. chartacea* deve ser considerada não pioneira, já que suas sementes conseguem germinar tão bem sob condições luminosas típicas do sub-bosque (0.11 V/VE.) quanto de locais abertos (1.26 V/VE). A queda da germinabilidade das sementes de *M. chartacea* a partir de irradiâncias inferiores que $17\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, assim como da taxa média de germinação nas razões 0.11 e 0.2 V/VE, indicam que as sementes apresentam sensibilidade à quantidade e qualidade luminosa, e que embora possam germinar em porcentagem relativamente alta sob condições luminosas de sub-bosque, a germinação é favorecida com a abertura do dossel.

Estudos sobre a distribuição espacial de indivíduos em comunidades vegetais e no gênero *Miconia* reforçam a ideia de que *M. chartacea* não é uma espécie pioneira, já que o índice de valor de importância aumenta de habitats abertos a fechados (Cerrado s.s. para o Cerradão) e a distribuição dos indivíduos está associada com solos com maior teor de matéria orgânica (Pinheiro 2006). Além disso, Higuchi *et al.* (2011) observaram que a distribuição dos indivíduos de *M. chartacea* não está relacionada às variações de luz, enquanto que as outras espécies de *Miconia* observadas ocorrem predominantemente nos locais mais

iluminados (bordas e clareiras). Assim, *M. chartacea* não possui predominância de ocorrência na borda, o qual a torna uma competidora mais eficiente em relação às outras *Miconia* spp., por ser capaz de desenvolver-se em condições de pouca disponibilidade de luz direta (Higuchi *et al.*, 2011). Além disso, as sementes de *M. chartacea* que experimentaram choque térmico (64°C por 30 minutos) germinaram 40% menos que sementes sem tratar, sugerindo que as sementes provavelmente sejam intolerantes ao fogo em habitats florestais, mesmo que superficialmente enterradas (Kennard e Gholz, 2001).

A capacidade das sementes em perceber e responder às condições luz pode controlar o momento e o local onde a germinação acontece (Fenner e Thompson, 2005b). Assim, a sensibilidade das sementes de *Miconia chartacea* ao ambiente luminoso permite que a germinação aconteça em locais favoráveis para o estabelecimento das plântulas, evitando a germinação quando as sementes estão enterradas e a favorecendo à medida que aumenta a abertura do dossel, possibilitando ao mesmo tempo que as sementes germinem desde o sob-bosque (razões V/VE baixas) até locais abertos (razões V/VE altas). A sensibilidade das sementes à qualidade (razão V/VE) e quantidade da luz é espécie específica, observando-se uma ampla gama de requerimentos luminosos para a germinação no gênero *Miconia* (Carreira e Zaidan, 2007; Ellison *et al.*, 1993; Godoi *et al.*, 2009). Essas observações indicam que a resposta das sementes à luz tem um papel importante na diferenciação do nicho no gênero, permitindo a coexistência de espécies de *Miconia*.

As sementes de *M. chartacea* germinaram de 15 a 35°C, apresentando maior porcentagem e taxa média de germinação no intervalo térmico entre 20 e 25°C. A alternância de temperaturas não aumenta a porcentagem nem a taxa de germinação em relação às temperaturas constantes, observando-se inclusive que flutuações com amplitudes relativamente elevadas (15/35°C) diminuem a porcentagem de germinação. A resposta das sementes de *M. chartacea* à temperatura não difere da resposta geral das sementes do gênero, na quais a germinação ocorre principalmente entre 20 e 30°C e as flutuações de temperatura não favorecem a germinabilidade nem a taxa de germinação em comparação com temperaturas constantes (Carreira e Zaidan, 2007; Silveira, 2011).

A faixa térmica na qual as sementes de *M. chartacea* germinam, assim como a porcentagem de germinação na temperatura experimental mínima (15°C) variam conforme a data de coleta. Assim, sementes coletadas em 21/Maio/2013 não germinaram a 35°C e apresentaram germinabilidade de 1,1% a 15 °C, enquanto que sementes coletadas em 19/Junho/2012 germinaram a 35°C e alcançaram 23% de germinação a 15°C. Isto sugere que a resposta das sementes de *M. chartacea* à temperatura depende das condições ambientais experimentadas durante a maturação, e que provavelmente a sensibilidade à temperatura (capacidade de responder a uma maior faixa de temperaturas) aumente conforme as sementes são liberadas mais perto do verão.

Os ensaios de laboratório sugerem que a germinação das sementes de *M. chartacea* é governada pela temperatura e pela luz, assim as sementes somente atingem altas porcentagens de germinação quando são incubadas sob luz nas temperaturas 20 e 25°C. O requerimento de luz para germinar, por sua vez, não é suprido por nenhuma das temperaturas constantes nem alternantes testadas. Segundo Carreira e Zaidan (2007) a germinação na luz e na faixa de temperatura de 20 a 30°C são características que contribuem no sucesso do estabelecimento das plântulas de Melastomataceae no Cerrado, evitando que as sementes enterradas germinem, mesmo com flutuações diárias de temperatura, e estimulando-se a germinação quando as sementes recebem luz.

As sementes de *M. chartacea* armazenadas no campo apresentam longevidade de nove meses, mantendo a viabilidade inicial por 4 a 5 meses, após este período a viabilidade diminui rapidamente. Assim, as sementes dispersas no começo da estação seca e armazenadas no solo permanecem com alta viabilidade durante a estação seca até o começo da chuvosa (de junho até novembro). Portanto, as sementes não teriam a longevidade suficiente para formar um banco no solo permanente, mas sim um banco transitório (Baskin & Baskin, 1998), que comumente desempenha um papel importante na sobrevivência das espécies cujas sementes estão submetidas a baixos potenciais de água no solo (Baskin e Baskin 1998; Hong e Ellis 1996; Vázquez-Yáñez e Orozco-Segovia 1993).

O número de sementes de *Miconia chartacea* viáveis estimadas/m² no solo diminui de 204±64 no começo da estação chuvosa (3/Outubro/2012) para 8±5 no final da estação chuvosa (13/Março/2013), confirmando que as sementes desta

população apresentam um banco de sementes transitório e o recrutamento de plântulas depende principalmente da chuva de sementes. A formação de bancos transitórios é comum nas espécies do Cerrado, com a maioria de espécies apresentando longevidade menor do que 16 meses sob condições de laboratório, e apresentando-se um baixo recrutamento de espécies lenhosas a partir do banco permanente de sementes (Salazar *et al.*, 2011). Portanto, as sementes de *Miconia chartacea* se enquadram no padrão geral das espécies lenhosas do Cerrado, nas quais a fenologia da disseminação e a dormência, mais do que o banco permanente de sementes, parecem controlar o recrutamento de plântulas e o momento no qual as sementes germinam (Salazar *et al.*, 2011).

A longevidade das sementes armazenadas no laboratório depende da temperatura de armazenamento, sendo que sementes armazenadas a 25°C perderam a viabilidade linearmente com o tempo de armazenamento e apresentaram uma longevidade de 4 a 10 meses (experimentos 2 e 1, respectivamente). Por outro lado, sementes armazenadas a 7°C conservaram a viabilidade inicial durante os 11 meses de armazenamento, sugerindo que as sementes de *M. chartacea* podem formar bancos de germoplasma *ex situ* quando armazenadas a baixa temperatura.

Observou-se aqui que sementes de *M. chartacea* não só toleram níveis de água relativamente baixos (3.7%, base massa de matéria fresca) sem diminuir a viabilidade, como também apresentaram germinabilidade e velocidade média de germinação aumentadas com a redução do teor de água a 8.5% (base massa de matéria fresca). Thomsen (1997) relata que a redução do teor de água estimula a germinação de sementes maduras de muitas espécies, incluindo sementes dormentes de espécies arbóreas. A secagem também torna as sementes de várias espécies mais sensíveis à giberelina e reduz o tempo médio de germinação em sementes com e sem dormência, além de substituir parcialmente a estratificação fria Thomsen (1997). Portanto, a dessecação das sementes de *Miconia chartacea* pode induzir mudanças fisiológicas (ex. sensibilidade a hormônios promotores da germinação) que estimulariam a germinação e possivelmente levariam à diminuição da dormência. Além de tolerar a dessecação, sementes desidratadas (6.5 e 4.9% teor de água em base fresca) armazenadas durante 93 dias sob baixas temperaturas (7 e -18°C) não tiveram sua viabilidade e germinabilidade reduzidas. Devido ao fato de que sementes de *M. chartacea* toleram níveis muito baixos de

umidade, e sua longevidade é maior quando são armazenadas a baixas temperaturas (7 e -18°C) que quando são armazenadas a 25°C, a espécie apresenta comportamento ortodoxo no armazenamento.

As sementes de *M. chartacea* são dispersas durante a estação seca (Abril a Setembro) com o pico de frutos maduros em Junho, floração em Dezembro e frutos amadurecendo assincronicamente (observação pessoal). Por conseguinte, as sementes de *M. chartacea* são submetidas a um período variável de condições ambientais dessecantes e de baixa temperatura, formando um banco de sementes transitório no solo antes de encontrar condições favoráveis para a germinação e estabelecimento das plântulas no verão. O comportamento ortodoxo é favorecido nessas condições, já que confere às sementes a capacidade de tolerar períodos de dessecação e baixas temperaturas, permitindo a sobrevivência das sementes e contribuindo para a regeneração continuada da espécie (Hong e Ellis, 1996).

Observou-se neste trabalho que a resposta germinativa de sementes de *Miconia chartacea* muda conforme a data de coleta, tempo de enterramento, estratificação quente (25°C) no escuro, pós-maturação em baixa temperatura (7°C) e etileno, indicando que, conforme reportado por Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia (1990), as condições ambientais nas quais ocorre a maturação das sementes afetam a germinação e que sementes produzidas em diferentes momentos pela mesma planta mãe podem ter diferentes respostas germinativas (Engly, 1995). Esses dados sugerem também que as sementes apresentam dormência primária, a qual provavelmente diminui à medida que as sementes são dispersas mais perto do verão.

Miconia chartacea apresenta sementes com dormência fisiológica não profunda, segundo a classificação de Baskin e Baskin (2005), já que as sementes são permeáveis, o embrião é bem desenvolvido e apresenta alta relação embrião: semente (observação pessoal), e a dormência pode ser quebrada com armazenamento a seco (pós-maturação) a baixa temperatura ou com etileno. Segundo Baskin e Baskin (2005) a dormência fisiológica não profunda é o tipo mais comum de dormência, acontecendo nos principais clados de angiospermas e em todas as formações vegetais da Terra. Silveira (2011) reporta dormência fisiológica em quatro espécies de Melastomataceae do Campo rupestre, enquanto que em habitats florestais não há registros de Melastomataceae com dormência, embora

Ellison *et al.*, (1993) sugeriram que espécies de habitats florestais desta família podem apresentar dormência.

Segundo Garwood (1983) existe uma relação entre período de disseminação e dormência em habitats sazonais, responsável pela sincronização da germinação com o começo da estação chuvosa, permitindo que as plântulas sejam expostas a condições ambientais favoráveis ao crescimento durante o maior tempo possível. De forma geral, as sementes dispersas durante períodos desfavoráveis para o estabelecimento das plântulas, como a estação seca ou a fase mais tardia da estação chuvosa, tendem a apresentar dormência e germinar no começo da próxima estação chuvosa, enquanto que sementes dispersadas na transição da estação seca para chuvosa ou nos primeiros meses da estação chuvosa não apresentam dormência germinado nessa estação (Garwood, 1983).

A relação entre disseminação durante a estação seca e dormência proposta por Garwood (1983) para Floresta Úmida Tropical é comum nas espécies lenhosas em varias formações vegetais de Cerrado (Salazar *et al.*, 2011), e também se cumpre para *M. chartacea*. A quebra da dormência de sementes de *M. chartacea* causada pela pós-maturação a baixa temperatura (7°C), e o aumento da germinabilidade das sementes enterradas no inverno, sugerem que a temperatura atua como sinal ambiental da estação. Assim, as sementes devem passar por um período frio (inverno) antes de atingirem sua máxima capacidade germinativa, o que diminuiria a probabilidade da germinação ocorrer no inverno, o que de outra forma poderia redundar no aumento da mortalidade das plântulas devido à seca e baixa temperatura. Considerando-se também que a taxa e porcentagem de germinação das sementes de *M. chartacea* aumentam com a desidratação (8.5% teor de umidade base de massa fresca), a baixa umidade do solo no inverno e sua elevação com a chegada do verão poderia também atuar como sinal ambiental da estação. Bradford (1995) indica que, apesar da estação de crescimento ser sinalizada pela temperatura, luz ou ambiente nutritivo da semente, a água é tão critica durante as primeiras fases do estabelecimento das plântulas que as sementes provavelmente desenvolveram mecanismos precisos para medir os recursos hídricos potenciais do meio, antes de completarem a germinação.

Sementes de *Miconia chartacea* tiveram sua germinabilidade e velocidade de germinação aumentadas em luz branca, quando embebidas em solução de ácido 2-cloroetilfosfônico (CEPA), uma substância que libera etileno. Entretanto, como esse efeito foi observado em apenas uma temperatura experimental, em princípio não se pode afirmar se esse efeito ocorre sobre a dormência – no caso, a quebra da dormência fisiológica – ou sobre a germinação (promoção da germinação), considerando-se que o etileno é capaz tanto de promover a germinação, como de quebrar a dormência em várias espécies (Falleri et al., 1997; Feurtado e Kermode, 2007). Embora neste trabalho não tenha sido testada a germinação no escuro, de acordo com Corbineau e Comê (1995), o etileno pode apenas aumentar a sensibilidade à luz de sementes fotoblásticas, sem entretanto promover a germinação no escuro. No caso de *M. chartaceae*, o etileno também poderia atuar como mediador da resposta positiva das sementes à pós-maturação em temperatura baixa (7 °C), já que, de acordo com Petruzzelli e Harren (1997), a produção de etileno aumenta quando as sementes submetidas a baixas temperaturas são transferidas para temperaturas mais quentes. Por conseguinte, o acúmulo de etileno poderia atuar como um indicador fisiológico de que a semente passou por um período de frio (inverno), o que permitiria que essa germinasse no verão, sob temperaturas mais quentes.

Os resultados sobre o efeito do armazenamento de sementes de *Miconia chartacea* embebidas no escuro a 25°C (estratificação quente) sobre a quebra de dormência não foram conclusivos, já que o tratamento causou aumento da taxa e sincronia de germinação, mas não da germinabilidade. Além disso, somente foi testada uma temperatura de germinação. Portanto a estratificação quente aumenta a sincronia da germinação e reduz o tempo médio de germinação para menos de 20 dias em todos os testes feitos, sendo necessário testar a estratificação quente em várias temperaturas de germinação para determinar se dito tratamento quebra a dormência ou somente estimula a germinação das sementes não dormentes.

A resposta germinativa das sementes de *Miconia chartacea* à temperatura mudou de acordo com a época de disseminação e o grau de dormência (auferido por teste de pós-maturação a 7°C), mas o fotoblastismo positivo (requerimento de luz) foi constante independentemente da época de disseminação, pós-maturação e regime térmico (temperaturas constantes e alternantes). Assim, a capacidade das

sementes em perceber e responder às mudanças de temperatura controla *quando* a germinação acontece (distribuição temporal), enquanto que a sensibilidade às condições luminosas controla *onde* a germinação ocorre (distribuição espacial). Segundo Allen *et al.*, (2007) a temperatura do solo é o principal fator ambiental que regula os níveis de dormência no banco de sementes, mas o papel da temperatura é modulado pela umidade do solo. Karssen (1995) indica que as sementes percebem a época do ano principalmente através de câmbios na temperatura do solo. Por outro lado, considerando-se que, pelo menos no caso de *M. chartaceae*, a temperatura não substitui o requerimento de luz (fotoblastismo) das sementes, a presença ou ausência de luz deve atuar como fator que limita a distribuição da germinação no perfil do solo, ou seja, em função do enterramento da semente. Bradford (1995), por sua vez, acrescenta que fatores ambientais controlam o grau de dormência por intermédio de mudanças na sensibilidade das sementes ao potencial hídrico do solo. Tais mudanças controlariam a capacidade da semente em responder ao grau de umidade do solo. Dessa forma, considerando-se que, no caso da região do Cerrado, a estação de crescimento é também caracterizada pelo aumento das precipitações, esse fator também contribuiria na distribuição temporal da germinação de *M. chartacea*.

Desta forma, a detecção das mudanças sazonais de temperatura no solo e possivelmente a mudança na sensibilidade das sementes ao potencial hídrico do solo sincronizariam a germinação das sementes de *Miconia chartacea* com o começo da estação de crescimento (verão), ao passo que a detecção da luz evita a germinação das sementes enterradas, ao mesmo tempo que favorece a germinação em clareiras pequenas a grandes. Este controle da germinação por vários fatores abióticos permite às sementes reconhecerem seu ambiente e as mudanças espaciais e temporais que acontecem nele, diminuindo a probabilidade de que a germinação ocorra sob condições desfavoráveis para o estabelecimento das plântulas, o que indica que *Miconia chartacea* apresenta mecanismos que permitem a perpetuação da espécie via sementes nas condições ambientais do Cerrado (clima sazonal com um longo período seco e frio, dependendo da latitude).

Em síntese, vários aspectos da história natural de *M. chartarcea*, como disseminação durante a estação seca e fria, requerimentos regenerativos, e ampla distribuição, são favorecidos pelas características morfofisiológicas das sementes. A

sobrevivência das sementes dispersas durante a estação seca é favorecida pela capacidade de formar bancos de sementes transitórios, que dependem da tolerância à dessecação e baixas temperaturas, assim como do tamanho pequeno das sementes. Além disso, a dormência fisiológica evitaria a germinação no inverno, ao mesmo tempo que a sincronizaria com o verão. Os requerimentos luminosos relativamente amplos evitam a germinação das sementes enterradas, mas permitem a germinação sob condições luminosas tanto no interior da floresta como em locais abertos, embora a germinação seja favorecida por razões V/VE a partir de 0.4. A grande produção de frutos pequenos com alta proporção de polpa e sementes pequenas, dispersas ao longo da estação seca, a tolerância das sementes às condições estressantes da seca, e a capacidade de germinar sob ampla gama de razões V/VE poderiam explicar a ampla distribuição da espécie a nível local (várias formações vegetais numa mesma área) e regional.

6 CONCLUSÕES

Há uma relação negativa entre peso e número de sementes por fruto, relação essa que é independente do peso do fruto.

Em termos de resposta germinativa à qualidade da luz, *M. chartacea* deve ser considerada como não pioneira.

As sementes são estritamente fotoblásticas, e variações na temperatura não são capazes de suprir o requerimento de luz para a germinação.

O sinal térmico deve funcionar como fator de sincronização da germinação das sementes com o início da estação de crescimento (Verão), enquanto que requerimento fotoblástico deve atuar evitando que sementes enterradas germinem.

A capacidade das sementes germinarem sob irradiâncias relativamente baixas e sob baixas razões V/VE deve favorecer a ocorrência da espécie num amplo espectro de microambientes de luz e aberturas de dossel no Cerrado.

As sementes de *Miconia chartacea* apresentam dormência fisiológica não profunda, a qual é quebrada por armazenamento a seco em baixa temperatura (pós-maturação).

No ambiente natural, a dormência ajudaria a evitar a germinação no inverno, sendo que sua quebra permite que as sementes estejam aptas a germinar no início da estação chuvosa.

A capacidade de germinação de *Miconia chartacea* variou conforme a data de coleta dos frutos, sugerindo que o ambiente materno deve influenciar o grau de dormência das sementes.

De acordo com os ensaios de banco de sementes no solo, as sementes de *Miconia chartacea* formam bancos de sementes transitórios no solo do Cerrado.

De acordo com os ensaios de longevidade ecológica, o período de longevidade no solo das sementes pode ser similar ou ultrapassar o intervalo entre as dispersões em dois anos consecutivos.

As sementes apresentam comportamento ortodoxo no armazenamento, sendo possível manter bancos de germoplasma *ex-situ* para a espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baskin, C.C.; Baskin, J.M. **Seeds**. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press. 666 p. 1998.

Baskin, J.M.; Baskin, C.C. Classification, biogeography and phylogenetic relationships of seed dormancy. In: Smith, R.D.; Dickie, J.B.; Linington, S.H.; Pritchard, H.W; Probert R.J. (Eds.). **Seed conservation**: turning science into practice. London, The Royal Botanic Gardens. Cap. 28. 517-544. 2005.

Bradford, K.J. Water relations in seed germination. In: Kigel J, Galili G (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker. p. 351-396. 1995.

Carreira, R.C.; Zaidan, L.B.P. Germinação de sementes de espécies de Melastomataceae de Cerrado sob condições controladas de luz e temperatura. **Hoehnea**. 34(3): 261-269. 2007.

Cesar, O.; Pagano, S.N.; Leitão-Filho, H.F.; Monteiro, R.; Silva, O.A.; Margins, G.; Shepherd, G.J. Estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de uma área de vegetação de cerrado no município de Corumbataí (Estado de São Paulo). **Naturalia** 13: 91-101. 1988.

Corbineau, F.; Comê, D. Control of seed germination and dormancy by the gaseous environment. In: H. Kigel, H.; Galili, G. (Eds.). **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker. Cap. 14. 397-424. 1995.

Dalling, J.W. Ecología de semillas. In: Guariguata, M.; Kattan, G. (Eds.). **Ecología y conservación de bosques Neotropicales**. Costa Rica: Ediciones LUR. 345-376. 2002.

Dalling, J.W.; Hubbell, P. Seed size, growth rate and gap microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. **Journal of Ecology**. 90, 557-568. 2002.

Elisson, A.M.; Denslow, J.S.; Loiselle, B.A.; Brenés, M.D. Seed and seedling ecology of Neotropical Melastomataceae. **Ecology**. 74: 1733 -1749. 1993.

Engly, G.H. Seed germination in soli: dormancy cycles. In: H. Kigel, H.; Galili, G. (Eds.). **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker. Cap. 20. 529-544. 1995.

Falleri, E.; Muller, C.; Laroppe, E. Effect of ethephon on dormancy breaking in Beechnuts. In: Ellis, R.H.; Black, M.; Murdoch, A.J.; Hong, T.D. (Eds.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Current plant science and biotechnology in agriculture Vol. 30. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Cap. 34. 303-309. 1997.

Felippe, G.M.; Silva, J.C.S. Estudos de germinação em espécies do Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**. 7: 157-163. 1984.

Fenner, M.; Thompson, K. 2005a. Life histories, reproductive strategies and allocation. In: _____. **The Ecology of Seeds**. Cambridge University Press. Cap. 1. p.1-29. 2005.

Fenner, M.; Thompson, K. 2005b. Germination. In: _____. **The Ecology of Seeds**. Cambridge University Press. Cap. 6. p.110-135. 2005.

Feurtado, J.A.; Kermode, A.R. A merging of paths: abscisic acid and hormonal cross-talk in the control of seed dormancy maintenance and alleviation. In: Bradford, K.J.; Nonogaki, H. (Eds.). **Seed development, dormancy and germination**. Annual Plant Reviews Vol. 27. Blackwell Publishing, Oxford. Cap. 8. 176-223. 2007.

Foster, S.A.; Janson, C.H. 1985. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. **Ecology**. 66(3): 773-780. 1985.

Garwood, N.C. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. **Ecological Monographs**. 53: 159-181. 1983.

Godoi, S.; Grandis, A.; Takaki, M. A germinação de sementes de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae) é controlada pelo fitocromo. **Naturalia**, Rio Claro. 32. 13-22, 2009.

Goldenberg, R. 2010. *Miconia chartacea* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB009684>). Acesso em 20 de julho 2012.

Higuchi, P.; Silva, A.C.; van den Berg, E.; Pifano, D.S. Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia* spp. RUIZ & PAV. (Melastomataceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG. 35(3), 381-389. 2011.

Hong, T.D.; Ellis, R.H. A protocol to determine seed storage behavior. **Technical Bulletin N° 1**. International Plant Genetic Resources Institute, Italia. 64p. 1996.

ISTA. International Rules for Seed Testing. Proceedings of the International Seed Testing Association. **Seed Science and Technology**. 27. Supplement. 340p. 1999.

Karszen, C.M. Hormonal regulation of seed development, dormancy and germination studied by genetic control. In: H. Kigel, H.; Galili, G. (Eds.). **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker. Cap. 12. 333-350. 1995.

Kennard, D.K.; Gholz, H.L. Effects of high- and low-intensity fires on soil properties and plant growth in a Bolivian dry forest. **Plant soil**. 234(1), 119-129. 2001.

Laboriau, L.G.; Valio, I.F.M.; Heringer, E.P. Sobre o sistema reprodutivo das plantas dos cerrados I. **Anais Academia Brasileira Ciências**. 36(4): 449-464. 1964.

Leishman, M.R.; Wright, I.J.; Moles, A.T.; Westoby, M. The Evolutionary Ecology of Seed Size In: Fenner, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. 2nd. Wallingford: CABI Publishing. Cap. 2. p. 31-57. 2000.

Mantilla, A. Ecofisiología de la germinación de semillas. in: Reigosa, M.J.; Pedrol N.E.; Sánchez-Moreiras, A. (Eds.) **La ecofisiología vegetal: una ciencia de síntesis**. España: Thomson Editores. 901-922. 2004.

Martins, A.B.; Semir, J.; Goldenberg, R.; Martins, E. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) no Estado de São Paulo. **Acta Botanica Brasilica**. 10: 267-316. 1996.

Mendoza, H.; Ramírez, B. **Guía ilustrada de géneros Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Univerisad del Cauca. Bogotá. 288 p.2006.

Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403(6772): 853-858. 2000.

Ocampo, G.; Almeda, F. Seed diversity in the Miconieae (Melastomataceae): morphological characterization and phenetic relationships. **Phytotaxa**. 80 (1): 1-129. 2013.

Oliveira, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P.(Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, GO 169-192.1998.

Petruzzelli, L.; Harren, F. Alleviation of chilling injury by ethephon in pea seeds. In: Ellis, R.H.; Black, M.; Murdoch, A.J.; Hong, T.D. (Eds.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Current plant science and biotechnology in agriculture Vol. 30. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Cap. 63. 569-576. 1997.

Pinheiro, M.H.O. **Composição e estrutura de uma comunidade savânica em gradiente topográfico no município de Corumbataí (SP, Brasil)**. 2006. 119 f. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2006.

Pons, T.L. Seed Responses to Light. In: Fenner M (Ed.). **Seeds: The ecology of regeneration in plant communities**, 2nd edition. Wallingford: CABI Publishing. Cap. 10. 237-260. 2000.

Probert, R.J. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. In: Fenner M (Ed.). **Seeds: The ecology of regeneration in plant communities**, 2nd edition. Wallingford: CABI Publishing. Cap. 11. 261-292. 2000.

Ranal, M.A.; Santana, D.G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**. 29(1): 1-11. 2006.

Ratter, J.A.; Ribeiro, J.F.; Bridgewater, S. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** 80(3): 223-230. 1997.

Renner, S.S. A Survey of Reproductive Biology in Neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. 76 (2). 496-518. 1989.

Rockwood, L.L. Seed weight as a function of life form, elevation and life zone in Neotropical forests. **Biotropica**. 17(1): 32-39. 1985.

Salazar, A.; Goldstein, G.; Franco, A.C.; Miralles-Wilhelm, F. Timing of seed dispersal and dormancy, rather than persistence in soil seed-banks, control recruitment of woody plants in Neotropical savannas. **Seed Sci. Res.** 21: 103-116. 2011.

Saraiva, L.C. **Biologia da reprodução de arbustos e árvores do cerrado em Corumbataí estado de São Paulo**. 1993.172 f. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1993.

Silveira, F.A.O. **Ecofisiologia evolutiva de sementes de Melastomataceae de campos rupestres**. 2011. 181 f. Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011.

Sokal, R.R; Rolf, F.J. **Biometry**: the principles and practice of statistics in biological research. 3ed. New York: W.H. Freeman, 887p. 1995.

Souza, R.P.; Válio, I.F.M. Seed Size, Seed Germination, and Seedling Survival of Brazilian Tropical Tree Species Differing in Successional Status. **Biotropica**. 33 (3): 447-457. 2001.

Swaine, M.D.; Whitmore, T.C. On the definition of ecological species groups in Tropical Rain Forests. **Vegetatio**. 75 (1/2): 81-86. 1988.

Thomsen, K.A. The effects of harvest time and drying on dormancy and storability in beechnuts. In: Ellis, R.H.; Black, M.; Murdoch, A.J.; Hong, T.D. (Eds.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Current plant science and biotechnology in agriculture Vol. 30. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Cap. 5. 45-52. 1997.

Vázquez-Yánes, C.; Orozco-Segovia, A. Ecological significance of Light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. **Oecologia**. 83 (2): 171-175. 1990.

Vázquez-Yánes, C.; Orozco-Segovia, A. Patterns of seed longevity and germination in the Tropical Rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 24: 69-87. 1993.

Vieira, F.A.; Carvalho, D. Maturação e morfometria dos frutos de *Miconia albicans* (Swartz) Triana (Melastomataceae) em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG. 33 (6): 1015-1023. 2009.

Westoby, M.; Rice, B.; Howell, J. Seed size and plant growth form as factor in dispersal spectra. **Ecology**. 71(4): 1307-1315. 1990.

Wulff, R.D. Environmental maternal effects on seed quality and germination. In: H. Kigel, H.; Galili, G. (Eds.). **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker. Cap. 18. 491-506. 1995.

Zaidan, L B.P.; Carreira, R.C. Seed germination in Cerrado species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. 20(3): 167-181. 2008.