



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Letícia Guimarães de Andrade

**Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes e do
estabelecimento de plântulas de *Euterpe edulis* Mart.**

Rio de Janeiro

2012

Letícia Guimarães de Andrade

Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes e do estabelecimento de plântulas de *Euterpe edulis* Mart.



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Silva de Andrade

Rio de Janeiro

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/ REDE SIRIUS/ BIBLIOTECA CTC/A

A553

Andrade, Letícia Guimarães de.

Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes e do estabelecimento de plântulas de *Euterpe edulis* Mart./ Letícia Guimarães de Andrade - 2012.

f. 73.

Orientador: Antônio Carlos Silva de Andrade.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

Inclui bibliografia.

1. Ecologia vegetal – Teses. 2. Palmeira – Ecofisiologia – Teses. 3. Palmeira – Mata Atlântica – Teses. I. Andrade, Antônio Carlos Silva de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 581.5

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Leticia Guimarães de Andrade

Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes e do estabelecimento de plântulas de *Euterpe edulis* Mart.

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Aprovada em 27 de fevereiro de 2012.

Orientador: _____

Prof. Dr. Antônio Carlos Silva de Andrade
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Catia Henriques Callado
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof^a. Dr^a. Norma Albarello
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof^a. Dr^a Tânia Sampaio Pereira
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2012

AGRADECIMENTOS

A Deus e todos os meus AMIGOS que sempre estiveram comigo em todos os momentos da minha vida, ajudando, me erguendo em inúmeras situações difíceis.

À minha mãe que sempre me apoiou nas minhas escolhas, e ao meu pai que concretizou meu sonho, e aos dois por me ensinarem muita coisa. Amo muito vocês!

Às minhas irmãs Lívia mesmo longe sempre esteve do meu lado e Luciana, morando comigo e me aguentando. Muitos momentos de apoio, conversas e diversão. Ao meu cunhado Carlos, praticamente um irmão, que me escutou inúmeras vezes, obrigada pelos conselhos! Amo vocês!

Ao meu orientador Antônio Carlos por toda paciência. Obrigada por todo aprendizado e pela oportunidade de começar com estágio de iniciação científica, e agora poder finalizar mais uma etapa na minha vida. Obrigada por tudo!

À Dr. Tânia Sampaio pelos ótimos momentos, inúmeros cafés da manhã, almoços, compras em Petrópolis, e à viagem de todos os dias Niterói – Rio como copiloto!!! Muito obrigada por tudo! Adoro você!

À equipe e alunos do Laboratório de Sementes, Marina, Marli, Charles, Amanda, Rafaela, Luís Felipe, Milena (obrigada pelas risadas, companhia, saídas, foi muito bom esses dois anos) e dos novos alunos Laís, Pedro, Ana Carolina e Ricardo, por toda ajuda, plantando, molhando, cuidando das minhas plantinhas, muito obrigada!

À técnica no Laboratório de Sementes Ana Paula por toda ajuda, conversas, desabafos, receitas, almoços, ótimos momentos. Adoro você!

Aos coletores de sementes Fabiano e Ricardo, que fizeram das coletas um momento muito legal, muitas risadas e lanchinhos, e sem eles não seria possível a realização deste trabalho! Obrigada por tudo!

Aos meus amigos de Petrópolis, por toda ajuda e pelos ótimos momentos juntos! Muito obrigada! Adoro muito vocês!

Aos meus amigos da graduação, em especial Amanda, Cláudia, Ludmila, Roberta e Cid, e aos novos amigos especiais que Deus colocou na minha vida. Adoro vocês!

Aos colegas da Pós-Graduação, que mesmo sem muito contato só durante as disciplinas, foi bem legal!

Aos docentes do PGBV pelas disciplinas ministradas, tanto na Ilha Grande como na UERJ.

À minha amiga de infância Andréa, que mesmo longe sempre me apoiou. Adoro você!

A CAPES pelo auxílio financeiro, através da bolsa.

RESUMO

ANDRADE, Letícia Guimarães. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes e do estabelecimento de plântulas de *Euterpe edulis* Mart.** 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Euterpe edulis Mart. é a palmeira nativa mais abundante e uma das espécies mais exploradas comercialmente da Floresta Atlântica, sendo confirmada como espécie ameaçada de extinção, na lista de 2008 do Ministério do Meio Ambiente. Os aspectos abióticos (temperatura, desidratação, teor de água do solo, submersão) e bióticos (presença das camadas externas do fruto, posição da semente na serapilheira e predação) foram analisados na germinação das sementes e no estabelecimento de plântulas. Foram realizados testes de germinação com temperaturas constantes de 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C e alternada de 20-30°C, sob fotoperíodo de 8 horas. A desidratação das sementes foi avaliada utilizando diferentes teores de umidade 10, 15, 17, 20, 25, 27, 30, 35, 37, 39 e 42%. O efeito do teor de água do solo foi avaliado utilizando diferentes teores de umidade 11, 14, 19, 22, 26, 32, 37 e 42%. Para avaliar o tempo de armazenamento em água, foram realizadas duas retiradas mensais e uma retirada quinzenal. Frutos e sementes foram avaliados quanto à diferença na germinação. Para avaliar o efeito da predação, as sementes foram divididas em três classes de peso, e posteriormente cortadas, retirando-se 25% e 50% do endosperma, e sementes controle. A parte aérea foi totalmente removida de plântulas com dois estágios de desenvolvimento diferentes. Para avaliar a posição na serapilheira as sementes foram colocadas sob e sobre a serapilheira em três condições de intensidade luminosa. As melhores temperaturas de germinação para a espécie foram a constante de 25°C e alternada de 20-30°C. A redução nos teores de água na semente promoveu a queda na germinação das sementes. Os teores de água do solo de 11 e 42% causaram a redução drástica na germinação. Sementes armazenadas em água por 30 dias apresentaram redução de aproximadamente 50% na germinação, e com 75 dias ocorreu redução drástica. A presença das camadas externas do fruto prejudicou significativamente a germinação das sementes. As sementes foram capazes de germinar mesmo com remoção do endosperma. Além disso, as plântulas foram capazes de emitir nova parte aérea após sua remoção, para os dois estágios de desenvolvimento testados. Sementes sob a serapilheira apresentaram melhor germinação nas três condições de intensidade luminosa. Concluímos que as sementes do palmitero apresentam exigências para a germinação em relação, à desidratação das sementes, à disponibilidade hídrica do solo, ao tempo de armazenamento em água, além da importância da interação entre a espécie e animais dispersores que retiram as camadas mais externas do fruto. Em relação à simulação da predação a grande reserva nutritiva permite que as sementes germinem e as plântulas se estabeleçam mesmo com a remoção de 50% do endosperma, e da remoção total da parte aérea, e a presença da serapilheira mantém um ambiente favorável, principalmente em relação à umidade para germinação das sementes do palmitero.

Palavras-chave: Palmitero. Exocarpo e mesocarpo. Temperatura. Secagem. Teor de água do solo. Submersão. Predação. Serapilheira.

ABSTRACT

Euterpe edulis Mart. is the most abundant native palm and extremely exploited species of Atlantic Forest, being confirmed as an endangered species, in the list 2008 of the Ministry of Environment. The aspects of abiotic (temperature, dehydration, soil water content, submersion) and biotic (presence of the outer layers of the fruit, seed position in the litter and predation) were analyzed on seed germination and seedling establishment. Germination tests were conducted at constant temperatures of 15 °, 20 °, 25 °, 30 ° and 35 ° C and 20-30 ° C, photoperiod of 8 hours. Dehydration of the seeds was evaluated using different moisture contents 10, 15, 17, 20, 25, 27, 30, 35, 37, 39 and 42%. The effect of soil water content was evaluated using different moisture contents 11, 14, 19, 22, 26, 32, 37 and 42%. To evaluate the submersion, were made two withdrawals monthly, and one withdrawal with fifteen days. Fruits and seeds were evaluated for differences in germination. To evaluate the effect of predation, the seeds were divided into three weight classes, and then cut, removing 25% and 50% of the endosperm, and seed uncut. The shoot was completely removed from seedlings with two different stages of development. To assess the position in the litter seeds were placed under and on the litter in three conditions of light intensity. The best germination temperatures for this species are a constant 25 ° C and 20-30 ° C. Reducing the water content in the seed promoted the decline in seed germination. The soil water contents of 11 and 42% caused a drastic reduction in germination. Seeds stored in water for 30 days showed a reduction of approximately 50% germination, and 75 days was drastically reduced. The presence of the outer layers of the fruit affected significantly the germination. The seeds were able to germinate even with removal of the endosperm. Furthermore, plants were able to resprout after removal, for the two stages of development testing. Seeds in the litter showed better germination in the three conditions of light intensity. We conclude that the seeds of palm present requirements for seed germination, relative to dehydration, soil water content, the time storage in water, and the importance of interaction between species and animal dispersers, that remove the outer layers of the fruit. Regarding the simulation of predation, large reserve nutrient allows the seeds to germinate and the seedlings are established even with the removal of 50% of the endosperm, and the total removal of the shoot, and the presence of litter has a favorable environment, especially in relation moisture for germination of seeds of the palm.

Keywords: Palm. Exocarp and mesocarp. Temperature. Dehydration. Soil water content. Submersion. Predation. Litter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Diferentes estágios de desenvolvimento de <i>Euterpe edulis</i> Mart. na Floresta Ombrófila Densa, no Parque Nacional da Tijuca	20
Figura 2 -	Divisão do Parque Nacional da Tijuca nos quatro setores.....	22
Figura 3 -	Critérios para a avaliação da germinação de da fase de plântula de <i>E. edulis</i>	27
Figura 4 -	Frutos e sementes da <i>E. edulis</i>	28
Figura 5 -	Germinação de sementes de <i>E. edulis</i> nas temperaturas constantes 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C, e na temperatura alternada de, 30/20°C.....	33
Figura 6 -	Índice de velocidade de germinação de <i>E. edulis</i> nas temperaturas constantes 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C, e na temperatura alternada 30/20°C.	34
Figura 7 -	Emergência de plântulas de <i>E. edulis</i> nas temperaturas constantes 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C, e na temperatura alternada 30/20°C.).....	34
Figura 8 -	Índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>E. edulis</i> nas temperaturas constantes 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C, e na temperatura alternada 30/20°C.).....	35
Figura 9 -	Relação entre o teor de água (%) e as porcentagens de germinação (a) e de emergência de plântulas (b), velocidades de germinação (IVG; c) e de emergência de plântulas (IVE; d) de sementes de <i>E. edulis</i>	37
Figura 10 -	Relação entre o teor de água do solo (%) e (o) a porcentagem de germinação.....	39
Figura 11 -	Sementes inteiras (A) e semente cortada na posição oposta à convergência das fibras (B) de <i>E. edulis</i>	58
Figura 12 -	Plântulas de <i>E. edulis</i> em dois estágios de desenvolvimento.....	59
Figura 13 -	Plântula de <i>E. edulis</i> com remoção total da parte aérea.....	59
Figura 14 -	Germinação (%) de sementes de <i>E. edulis</i> , separadas em três classes de peso (pequena, média e grande) em três tratamentos, sementes inteiras (0%), sementes com remoção de 25% e 50% do endosperma. teste de Tukey ($P < 0,05$).....	62

Figura 15 -	Emergência de plântulas (%) de <i>E. edulis</i> , separadas em três classes de peso (pequena, média e grande) em três tratamentos, sementes inteiras (0%), sementes com remoção de 25% e 50% do endosperma.....	62
Figura 16 -	Índice de velocidade de germinação das sementes de <i>E. edulis</i> separadas em três classes de peso (pequena, média e grande) em três tratamentos, sementes inteiras (0%), sementes com remoção de 25% e 50% do endosperma.....	63
Figura 17 -	Índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>E. edulis</i> separadas em três classes de peso (pequena, média e grande) em três tratamentos sementes inteiras (0%), sementes com remoção de 25% e 50% do endosperma.....	64
Figura 18 -	(A) Altura (cm) e (B) massa seca (g) da parte aérea de plântulas de <i>E. edulis</i> antes e depois (rebrotam) da sua remoção (herbivoria simulada), para plântulas com a segunda folha reduzida à bainha, cortadas na base da semente. Valores (n) na figura representam a quantidade de plântulas.	65
Figura 19 -	(A) Altura (cm) e (B) massa seca (g) da parte aérea de plântulas de <i>E. edulis</i> antes e depois (rebrotam) da sua remoção (herbivoria simulada), para plântulas com a terceira folha expandida e presença da quarta folha fechada, cortadas na base da semente..	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias dos índices de germinação (G%) e emergência de plântulas (EP%) em porcentagem, e velocidade de germinação (IVG) e velocidade de emergência de plântulas (IVE) de sementes (endocarpo) e frutos (exo e mesocarpo) de <i>E. edulis</i> em duas temperaturas 25°C e 20-30°C.....	32
Tabela 2 - Médias dos índices de germinação (G%) e emergência de plântulas (EP%) em porcentagem, e velocidade de germinação (IVG) e velocidade de emergência de plântulas (IVE) para as retiradas com zero, 30, 60 e 75 dias.....	40
Tabela 3 - Porcentagem de sementes germinadas (%) em duas posições na serapilheira e em três condições de intensidade luminosa.....	66

SUMARIO

	INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1	FATORES ECOFISIOLÓGICOS QUE INFLUENCIAM A GERMINAÇÃO DE SEMENTES E O ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS.....	15
1.1	<i>Euterpe edulis</i> Mart.....	17
1.2	Parque Nacional da Tijuca.....	20
2	RESPOSTAS GERMINATIVAS DAS SEMENTES DO PALMITO JUÇARA (<i>EUTERPE EDULIS</i> MART.): IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO.....	23
2.1	Introdução.....	23
2.2	Objetivos.....	25
2.3	Material e métodos.....	26
2.3.1	<u>Coleta, beneficiamento, armazenamento e germinação.....</u>	26
2.3.2	<u>Teste de germinação com fruto (exo e mesocarpo) e semente.....</u>	27
2.3.3	<u>Teste de germinação sob diferentes temperaturas.....</u>	28
2.3.4	<u>Teste de germinação sob diferentes teores de água da semente... ..</u>	28
2.3.5	<u>Teste de germinação sob diferentes teores de água do solo.....</u>	29
2.3.6	<u>Teste de germinação em condições de anoxia.....</u>	29
2.3.7	<u>Análise estatística.....</u>	30
2.4	Resultados.....	32
2.4.1	<u>Efeito do exocarpo e mesocarpo na germinação.....</u>	32
2.4.2	<u>Efeito da temperatura.....</u>	32
2.4.3	<u>Efeito da secagem na germinação.....</u>	35
2.4.4	<u>Efeito do teor de água do solo na germinação.....</u>	38
2.4.5	<u>Efeito da submersão das sementes.....</u>	40
2.5	Discussão.....	41
2.6	Conclusão.....	45
2.7	Referências.....	45
3	EFEITO DA PREDACÃO E DA SERAPILHEIRA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO ESTABELECIMENTO DE	

	PLÂNTULAS DO PALMITEIRO (<i>EUTERPE EDULIS</i> MART.)	54
3.1	Introdução	54
3.2	Objetivos	56
3.3	Material e métodos	56
3.3.1	<u>Coleta, beneficiamento, armazenamento e germinação</u>	56
3.3.2	<u>Influência da predação na germinação das sementes</u>	57
3.3.3	<u>Influência da predação da parte aérea no rebrotamento das plântulas</u>	58
3.3.4	<u>Influência da serapilheira na germinação das sementes e no estabelecimento de plântulas de <i>E. edulis</i></u>	59
3.3.5	<u>Análise estatística</u>	60
3.4	Resultados	61
3.4.1	<u>Influência da predação na germinação das sementes</u>	61
3.4.2	<u>Influência da predação da parte aérea no rebrotamento das plântulas</u>	64
3.4.3	<u>Influência da serapilheira na germinação das sementes e no estabelecimento de plântulas de <i>E. edulis</i></u>	66
3.5	Discussão	66
3.6	Conclusão	70
3.7	Referências	70

INTRODUÇÃO GERAL

Diferentemente de outras florestas tropicais, a Floresta Atlântica é caracterizada por uma grande diversidade geográfica e climática, com duas estações bem definidas, principalmente pelo período de chuvas, e com grande variação latitudinal e longitudinal (RAMBALDI *et al.* 2003; PINTO *et al.* 2006). Apresenta grande riqueza e alto nível de endemismo e produtividade, desempenhando papel fundamental na manutenção de diversas espécies (LEITÃO FILHO, 1987). É constituída principalmente por remanescentes de florestas secundárias, com dossel contínuo de árvores altas e emergentes ocasionais, além de uma grande variedade de lianas e epífitas. Nas camadas abaixo do dossel encontram-se pequenas árvores, arbustos e herbáceas tolerantes à baixa luminosidade que penetra através da copa (WHITMORE, 1998; FERNANDES, 2003; RICKLEFS, 2003).

A sua área original estende-se do nordeste ao sul do país, ao longo de uma faixa contínua do litoral brasileiro e regiões montanhosas. Desde o processo de colonização e ocupação humana, principalmente na região litorânea, a Floresta Atlântica apresenta um histórico de devastação intensa, estando entre as cinco áreas mais ameaçadas do mundo. Atividades como a extração madeireira, a expansão industrial e a agricultura, continuam atuando na perda da riqueza biológica (LEITÃO FILHO, 1987; GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005; FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2009). Dados recentes mostram que restam entre 7-8% da sua área original, distribuída em fragmentos de tamanho reduzido em meio à paisagem dominada por cidades e pela agropecuária (FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2009).

Apesar de grande redução da sua área original, a Floresta Atlântica abriga grande parte da diversidade biológica do Brasil e do mundo, sendo considerada um dos *hotspots* mundiais, ou seja, área com prioridade de conservação da biodiversidade (MYER *et al.*, 2000; MITTERMEIER *et al.* 2004). Ainda segundo Myer e colaboradores (2000), a Floresta Atlântica abriga 2,7% do total das espécies vegetais do mundo, sendo 8.000 endêmicas.

No estado do Rio de Janeiro, estima-se que 97% de sua área era coberta pela Floresta Atlântica. Com a ocupação humana e os desmatamentos para pecuária e agricultura, a vegetação foi reduzida a cerca de 20% da original, principalmente nos últimos anos, sendo considerado um dos estados brasileiros com situação crítica, com perda de aproximadamente 1.040 hectares de floresta entre os anos 2005-2008 (FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2009).

Medidas para a conservação e preservação da Floresta Atlântica foram iniciadas somente nas últimas décadas, atuando principalmente em remanescentes florestais. A fragmentação da floresta e a suscetibilidade às perturbações são alguns dos maiores desafios para a conservação, e as estratégias e ações utilizadas, muitas vezes, são dificultadas pela ação antrópica e pelas diferenças e interesses socioeconômicos (FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2009).

Além disso, o conhecimento sobre a biodiversidade da Floresta Atlântica ainda é muito restrito, e diante da intensa exploração dessa vegetação, é fundamental a compreensão de fatores que influenciam a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas, criando assim, subsídios para a conservação e manejo de diversas espécies (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1996; VARJABEDIAN, 2010).

1 FATORES ECOFISIOLÓGICOS QUE INFLUENCIAM A GERMINAÇÃO DE SEMENTES E O ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS

A compreensão do processo de germinação e do estabelecimento de plântulas, através do estudo da ecofisiologia é necessária para todas as espécies e particularmente para aquelas que se estabelecem apenas em locais específicos, devido às restrições ecológicas encontradas nos locais onde essas espécies se desenvolvem (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1996).

Os fatores luz, temperatura e disponibilidade de água regulam a germinação das sementes, sendo assim, responsáveis pela criação dos locais específicos, para o desenvolvimento de uma nova planta. Além disso, os níveis de exigências desses fatores são distintos entre as espécies (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1993; BASKIN; BASKIN, 2001; FENNER; THOMPSON, 2005). No habitat natural, as condições microclimáticas desfavoráveis frequentemente limitam o processo de germinação e o estabelecimento de plântulas (SCHÜTZ, 1998).

As condições de temperatura e luz encontradas em florestas tropicais são adequadas para germinação imediata de muitas sementes. Entretanto, muitas espécies produzem sementes que necessitam de condições específicas de luz e temperatura (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1993).

A sensibilidade das sementes à luz e à temperatura está associada ao grupo ecológico ao qual a espécie pertence. Diversos critérios são utilizados para separar as espécies tropicais em grupos ecológicos, de acordo com as exigências e estratégias de regeneração (KAGEYAMA; VIANA, 1991; BECKAGE; CLARK, 2003). De acordo com Swaine e Whitmore (1988) as espécies florestais arbóreas são classificadas em pioneiras ou pouco tolerantes ao sombreamento e clímax ou tolerantes ao sombreamento.

A luz e a temperatura são importantes fatores ambientais controladores da germinação, podendo facilitar a quebra de dormência das sementes, além de ter um papel crucial na regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas (PONS, 2000; PROBERT 2000).

As espécies pioneiras são pouco tolerantes ao sombreamento, e após a abertura de clareiras no dossel, as quais permitem a entrada de uma alta intensidade luminosa (quantidade de luz), com valores elevados de razão vermelho/vermelho-extremo (qualidade da luz), além do aumento da amplitude

térmica na superfície do solo, ocorre o estímulo para a germinação das sementes de muitas espécies, além do desenvolvimento das plântulas (KENNEDY; SWAINE, 1992). As espécies pioneiras tendem a formar de um banco de sementes, onde aquelas viáveis permanecem no solo sem germinar, até condições favoráveis do ambiente para a ocorrência do processo de germinação. Entretanto, o banco de sementes está sob influência de fatores bióticos e abióticos, como a predação, ação de patógenos, envelhecimento natural, processo de dispersão, entre outros (ALMEIDA-CORTEZ, 2004).

Por outro lado, as espécies climáticas, se desenvolvem a sombra do dossel, sob condições de baixa luminosidade e baixa amplitude térmica (SWAINE; WHITMORE, 1988). A formação de um banco de plântulas pode ser uma estratégia de regeneração natural para muitas dessas espécies, devido às características fisiológicas de cada espécie e das condições encontradas no ambiente, como a baixa disponibilidade de luz. O banco de plântulas, assim como o banco de sementes, está sob influência de fatores bióticos e abióticos como, predação, pouca luminosidade, pisoteio por animais, queda de galhos, entre outros (TONETTI; NEGRELLE, 2001).

No entanto, estudos relacionados à classificação das espécies nativas em grupos ecológicos são escassos, além de serem encontradas divergências em alguns estudos, que apresentaram respostas divergentes dos grupos ecológicos (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1993). As sementes de uma grande parte de espécies florestais, em especial as nativas, apresentam germinação lenta, heterogênea ou ausente. Durante o processo de germinação ocorre uma sequência de eventos fisiológicos que são influenciados pela temperatura, luz e ausência de luz, sendo necessário estudar a influência desses fatores para compreensão do processo germinativo das espécies dos diferentes grupos ecológicos (FERREIRA *et al.*, 2007).

Além dos fatores luz e temperatura, a disponibilidade de água é essencial para o processo de germinação de todas as espécies, reativando os processos do metabolismo das sementes após a maturação, ocasionando o crescimento do eixo embrionário, além de ser elemento essencial para a sobrevivência e crescimento das plântulas, especificamente em relação ao balanço entre ganho através da absorção pelas raízes e a perda de água por evapotranspiração (MELO *et al.*, 2004; MARCOS FILHOS, 2005). O início do processo de germinação é disparado pela

absorção de água pelos tecidos (LABOURIAU, 1983; BEWLEY; BLACK,1994; BRADFORD, 1994; GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Os efeitos bióticos como a predação de sementes, herbivoria de plântulas, ação de patógenos, também atuam na regulação da composição e estrutura de comunidades vegetais. Em ambientes que apresentam condições abióticas mais amenas, os fatores bióticos como competição e herbivoria tem maior influência na sobrevivência dos indivíduos (FILIP, 1995).

As relações planta-herbívoro atuam sobre o sucesso de colonização de muitas espécies (BROKAW, 1986). De acordo com o estágio de vida da planta, estas relações atuam em diferentes intensidades e consequências. Além disso, a herbivoria é maior em folhas jovens, por serem mais palatáveis aos herbívoros, influenciando no estabelecimento de novos indivíduos (DENSLOW; HARTSHORN, 1994; DALLING; HUBBELL, 2002; PEÑALOZA; FARJI-BRENER 2003).

De acordo com Moore e colaboradores (1988) a herbivoria é um dos fatores mais impactantes na sobrevivência e no crescimento inicial nas populações de plântulas, podendo variar entre os anos, lugares, estações do ano e espécies. A herbivoria e o desfolhamento, assim como a predação de sementes, muitas vezes não causam diretamente a morte das plântulas e sementes. Entretanto, a redução da área foliar e das reservas nutritivas das sementes produz grandes impactos, sendo fortes agentes seletivos (CRAWLEY, 1986; PEÑALOZA; FARJI-BRENER 2003).

A ação de microrganismos é outro fator que afeta diretamente a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas, podendo causar anormalidades e lesões nas plântulas, bem como deterioração de sementes (MARTINS-NETTO; FAIAD, 1995). Segundo Menten (1995) a ação de patógenos associada às sementes pode afetar o vigor das plântulas e promover redução da população de plantas.

1.1 *Euterpe edulis* Mart.

Euterpe edulis Mart. (Arecaceae), conhecido popularmente como palmitheiro, palmito-doce, ripa ou juçara, é a palmeira nativa mais abundante e uma das espécies mais exploradas comercialmente da Floresta Atlântica, por seu meristema apical comestível e de paladar requintado. O palmito é o principal produto originado

do *E. edulis*, sendo muito comercializado no mercado nacional, Estado Unidos e Europa. A produção anual chega à cerca de 30.000 toneladas por ano, sendo a maior parte (85%) do palmito comercializado originário do Brasil (PEREIRA, 2000; LORENZI *et al.*, 2010).

O palmiteiro ocorre do sul da Bahia ao norte do Rio Grande do Sul, e também no leste do Paraguai e nordeste da Argentina, sendo explorado intensamente por mais de meio século, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (HENDERSON *et al.*, 1995). A retirada do palmito, culmina na eliminação da planta, e a não realização de programas de manejo ao longo da sua exploração para reposição de novos indivíduos, comprometeu a regeneração natural da espécie, com o desaparecimento da mesma em sua área de ocorrência original (FANTINI *et al.*, 2000).

Além do palmito, outras partes da planta são comercializadas e utilizadas, como o estipe na construção rural, as folhas no artesanato e ração para animais, além de ser utilizada para fins paisagísticos (LORENZI *et al.*, 2010).

Segundo Nodari e colaboradores (2000), o palmiteiro apresenta uma alta densidade na Floresta Atlântica, chegando a 750 indivíduos por hectare. Entretanto, apesar de sua relativa abundância em áreas protegidas, foi confirmada como espécie ameaçada de extinção, na recente lista publicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008), diante de sua intensa exploração, culminando por sua ocorrência restrita a apenas remanescentes florestais de difícil acesso. O palmiteiro leva sete anos para crescer até o tamanho de corte. Devido à grande exploração ilegal, indivíduos jovens de *E. edulis*, ainda muito pequenos estão sendo cortados, dificultando a regeneração natural do palmiteiro (AMBIENTE BRASIL, 2006).

Essa espécie de estipe reta única e com altura entre 10 a 20 metros (Figura 1A), comporta-se como planta perenifólia, mesófila ou pouco higrófila, bastante adaptada às condições de sombra do sub-dossel (Figura 1B), sendo encontrada principalmente em ambientes naturais protegidos (EMBRAPA, 1988; CARVALHO, 2003).

Seus frutos são drupas globosas, de coloração escura quando maduros, de forma arredondada e massa individual entre 1-3g (ANDRADE *et al.*, 1999). Apresenta uma única semente, envolvida pelo pericarpo e o mesocarpo. Este, constitui uma camada fina carnosa rica em lipídeos, sendo muito apreciado por diversos animais (GALETTI, 1996). O endocarpo é composto por uma camada

fibrosa, que reveste a semente rica em endosperma de coloração esbranquiçada, que constitui a reserva nutritiva utilizada para o desenvolvimento do embrião (REITZ *et al.*, 1979; LORENZI, 2010).

O palmitreiro desempenha papel fundamental na alimentação de vertebrados e invertebrados, sendo considerada uma espécie mutualista-chave da Floresta Atlântica (REIS, 1996; GALETTI; ALEIXO, 1998; SILVA MATOS; BOVI, 2002). Segundo Calvi e Piña-Rodrigues (2005), a frutificação e maturação dos frutos não ocorrem de forma sincrônica para a maioria dos indivíduos, permitindo a disponibilidade de recursos durante a estação seca do ano, onde estes são escassos, sendo uma importante fonte de alimento para diversos animais. Além disso, seus indivíduos apresentam frutificação abundante e heterogênea (aproximadamente 3.300 frutos por infrutescência), que se estende por mais de cinco meses até a dispersão dos frutos (REIS, 1995; GALETTI *et al.*, 1999; MANTOVAN; MORELLATO, 2000) e que em outros meses pode oferecer frutos verdes e um banco de plântulas (Figura 1C) para forrageio de herbívoros (REIS; KAGEYAMA, 2000).

A dispersão das sementes de *E. edulis* ocorre através da barocoria, ou seja, pela ação da gravidade, com a chuva de sementes concentrada próxima à planta-mãe; e também por zoocoria, quando as sementes atingem distâncias maiores da planta-mãe, levadas por animais, conforme relatado por Reis e Kageyama (2000). Esses autores informaram ainda que, o conjunto semente-endocarpo fibroso é considerado como semente, formando a unidade de dispersão da espécie. A dispersão de frutos e sementes de *E. edulis* é realizada por diversas espécies de aves e mamíferos, tais como tucano (*Ramphastus discolorus*), araponga (*Procnia nudicollis*), jacu-guaçu (*Penelope obscura*), jacupemba (*Penelope superciliaris*), aracuã (*Ortalis squamata*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), sanhaço (*Thraupis* spp), araçari-banana (*Bailloniopsis bailoni*), esquilo (*Sciurus aestuans*), morcegos frugívoros e pequenos roedores (GALETTI *et al.*, 1999; REIS; KAGEYAMA, 2000).

Estudos relatam a predação das sementes do palmitreiro encontradas no solo, após a dispersão, por coleópteros dos gêneros *Coccotrypes*, *Macraspis* e *Pachymerus*, que na fase adulta perfuram as sementes para consumir parte do endosperma, e predação por roedores e bruquídeos que também consomem parte das sementes. Além disso, lagartas (Lepidoptera) dos gêneros *Brassolis*, *Spodoptera* e *Antirrhoea*, podem comprometer o estabelecimento de novos

indivíduos, especialmente na fase de plântula, pela predação das folhas (REIS; KAGEYAMA, 2000; PIZO *et al.*, 2006).



Figura 1 - Diferentes estágios de desenvolvimento de *Euterpe edulis* Mart. na Floresta Ombrófila Densa, no Parque Nacional da Tijuca.

Legenda: (A) Indivíduo adulto com 10 m de altura, (B) plântula com 10 cm no solo da floresta, e (C) banco de plântulas (altura médias das plântulas 9 cm).

Fonte: Letícia G. Andrade.

1.2 Parque Nacional da Tijuca

O Parque Nacional da Tijuca está localizado no estado do Rio de Janeiro entre os paralelos 22°55'S e 23°00'S e os meridianos 43°11'W e 43°19'W, dividido em quatro setores, sendo eles: Floresta da Tijuca – setor A, Serra da Carioca – setor B, Pedra Bonita/Pedra da Gávea – setor C e Pretos Forros/Covanca – setor D (Figura 2) de formação montanhosa, fazendo parte da Serra do Mar (ICMBio, 2011).

Devido ao relevo montanhoso, atingindo desde 80 a 1021 metros de altitude e a proximidade de áreas costeiras, o clima é predominantemente úmido,

apresentando pluviosidade anual média de 2.000 mm ao ano, com variação mensal de temperatura entre 15° a 30°C (média de 21°C). As chuvas ocorrem o ano todo, e a estação seca vai de maio a agosto. Esses pontões constituem importantes centros de dispersão hidrológica, na medida em que essa região apresenta um índice pluviométrico considerável (1.250 a 1.500mm anuais) além de grande umidade (PLANO DE MANEJO DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, 2011).

O parque é caracterizado pela Floresta Ombrófila Densa (Montana e Submontana), em avançado estágio de regeneração (ICMBio, 2011). Além disso, apresenta uma grande diversidade de espécies da fauna e flora. Em algumas áreas, o sub-bosque é o responsável pela característica da mata fechada, sendo composto por árvores jovens, arbusto e ervas de folhas grandes (PLANO DE MANEJO DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, 2011).

A coleta do material utilizado no presente estudo foi realizada no setor A – Floresta da Tijuca, sob licença (24448-1) concedida pelo SISBIO/ICMBio (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade).

O histórico do parque é de grande devastação, desde o século XVI, com a ocupação humana e fundação da cidade do Rio de Janeiro. A grande procura por madeira para construção e fonte de combustível, e mais tarde com a plantação de cana-de-açúcar e café, afetaram os mananciais, desencadeando uma crise de escassez hídrica na cidade. Com uma campanha de conservação dos mananciais através do replantio de espécies nativas em 1861, houve um processo de recuperação da vegetação (PLANO DE MANEJO DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, 2011).

A criação do Parque, junto a órgãos responsáveis pela preservação e fiscalização, promoveu o desenvolvimento de diversas atividades no local, como educação ambiental, pesquisa e visitação. Entretanto, algumas localidades apresentam atividades que ameaçam a biodiversidade da área, como a pressão antrópica pelo processo de favelização, especulação imobiliária, extrativismo de espécies ornamentais e ameaçadas de extinção, introdução de espécies exóticas, caça, entre outras (OLIVEIRA *et al.*, 1995; MATOS; MARCOS, 2003).

Atualmente, programas de manejo para espécies florestais nativas apresentam um modelo com o intuito de conciliar a conservação com baixo custo. A exploração racional, utilizando o manejo sustentável, depende do conhecimento das

estratégias ecofisiológicas, permitindo o estabelecimento de critérios adequados para exploração de cada espécie (NODARI *et al.*, 2000).

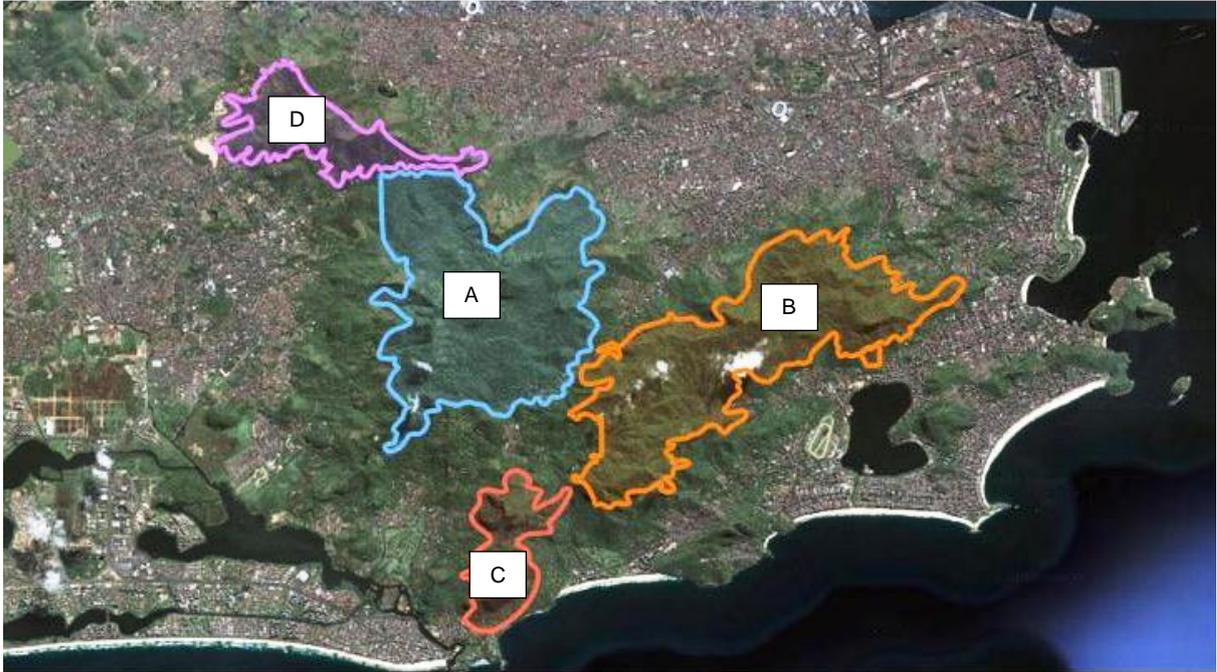


Figura 2 - Divisão do Parque Nacional da Tijuca nos quatro setores
Legenda: A – Setor Floresta da Tijuca, B – Setor Serra da Carioca, C – Setor Pedra Bonita/Pedra da Gávea e D – Setor Pretos Forros/Covanca.

Fonte: <http://www.parquedatijuca.com.br/index.php?setor=estrutura>

O conhecimento dos mecanismos ecofisiológicos da germinação de *E. edulis*, contribui para a compreensão do comportamento da espécie no ambiente natural, possibilitando o desenvolvimento de programas adequados de manejo e conservação do palmitreiro, principalmente porque as sementes são a única forma de reprodução da espécie (DRASFIELD *et al.*, 1988; QUEIROZ, 2000).

A procura por sementes de *E. edulis* tem aumentado, principalmente para a implantação de programas de recomposição de matas nativas, além de diversas finalidades comerciais (MARTINS *et al.*, 2009). Gerando assim, a necessidade crescente por tecnologias favoráveis à produção, qualidade e conservação dessa espécie.

Tendo isso em vista, o presente trabalho tem como objetivo analisar os efeitos de fatores bióticos e abióticos na germinação de sementes e no estabelecimento de plântulas do palmitreiro, através da avaliação do controle que a presença das camadas externas do fruto, temperatura, desidratação, submersão, serapilheira e

predação exercem sobre a sua germinação e desenvolvimento de plântulas, sob condições de laboratório e de casa de vegetação.

2 RESPOSTAS GERMINATIVAS E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DO PALMITEIRO (*EUTERPE EDULIS* MART.)

2.1 Introdução

A limitação no recrutamento, nas fases iniciais do ciclo de vida das plantas, é um dos mecanismos mais importantes no controle da regeneração em florestas tropicais. Dentre as fases iniciais, a germinação de sementes é determinante na distribuição das espécies nos diferentes habitats, sendo fundamental para a sobrevivência e regeneração natural das espécies. O estudo dessa fase é conseqüentemente de grande importância para a compreensão do estabelecimento de uma comunidade vegetal (FENNER; THOMPSON, 2005).

Em condições naturais, a germinação de sementes ocorre em locais onde existem condições específicas e satisfatórias para o recrutamento e estabelecimento de plântulas, denominados de nichos de regeneração (GRUBB, 1977; GRIME, 2001; PEARSON *et al.*, 2002). Sob tais condições, a sobrevivência e o crescimento das plântulas de espécies arbóreas são influenciados pela combinação de fatores abióticos e bióticos, tais como: temperaturas específicas, disponibilidade de luz, estresse hídrico, padrão de produção e dispersão de sementes, competição intra e interespecífica, ação de predadores de sementes e de plântulas, e incidência de danos físicos (por exemplo: GREEN, 1999; VALLEJO-MARIN *et al.*, 2006; ALVAREZ-CLARE; KITAJIMA, 2009).

Características abióticas encontradas sob o dossel de florestas tropicais, como a baixa luminosidade, baixa amplitude térmica, além da alta umidade, influenciam no controle dos mecanismos de regeneração e crescimento de diversas espécies (DENSLOW, 1987).

No ambiente natural, a abertura de clareiras em florestas permite a entrada de radiação, aumentando tanto as temperaturas máximas como a amplitude térmica do local, e na disponibilidade hídrica do solo, o que pode interferir na germinação de muitas espécies. A alternância de temperaturas, encontrada em áreas abertas ou em clareiras, pode agir tanto sobre tegumentos rígidos quanto sobre os complexos enzimáticos, alterando o balanço de promotores/inibidores da germinação de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

De modo geral, a temperatura interfere significativamente na capacidade e velocidade de germinação, atuando nas reações metabólicas e na embebição (PROBERT, 2000; MARCOS FILHO, 2005). Desse modo, existe uma faixa de temperatura ótima na qual o processo de germinação é mais rápido e eficiente, sendo específico para cada espécie. Além disso, a temperatura está relacionada à quebra e indução da dormência em sementes de diversas espécies tropicais. No caso de sementes não dormentes, estas podem germinar sob uma ampla faixa de temperatura, e a disponibilidade de água pode ser o único fator determinante para germinação (BEWLEY; BLACK, 1994).

Muitas espécies da floresta tropical encontradas sob o dossel produzem sementes sensíveis à perda de água, sendo a desidratação a principal causa da rápida perda de viabilidade das sementes presentes no solo. Este fator restringe a distribuição dessas espécies à ambientes sombreados ou próximos a cursos de água, que apresentam alta umidade relativa do ar e do solo e baixa amplitude térmica (NODARI *et al.*, 2000). Assim como o déficit hídrico, a saturação hídrica do solo também restringe a ocorrência de diversas espécies, por reduzir a disponibilidade de oxigênio, dificultando as trocas gasosas, interferindo na germinação e no estabelecimento de plântulas (IVANAUSKAS *et al.*, 1997; MARCOS FILHO, 2005).

Adicionalmente aos fatores abióticos, as características bióticas, principalmente a dispersão de sementes, estão fortemente relacionadas à manutenção da população de muitas espécies, assim como do palmitreiro (REIS; KAGEYAMA, 2000).

O processo de dispersão é um fator biótico fundamental para a sobrevivência da maioria das espécies, principalmente de ambientes tropicais, podendo influenciar a estrutura genética e demográfica de populações vegetais, a intensidade de competição intra e interespecífica, assim como padrões de migração de espécies (JORDANO *et al.*, 2006; GUREVITCH *et al.*, 2009).

Espécies que possuem fruto carnoso atrativo para animais, assim como o palmitreiro, apresentam como principal síndrome de dispersão a zoocoria, realizada por diversas aves e mamíferos (REIS; KAGEYAMA, 2000). A ação dos dispersores resulta no afastamento do fruto da planta-mãe, além da retirada total ou parcial das camadas mais externas do fruto, podendo aumentar a probabilidade das sementes de encontrarem condições favoráveis para germinação (REIS, 1995). Além disso,

segundo Bovi e Cardoso (1975), as sementes do palmitreiro em condições naturais apresentam germinação lenta e heterogênea, principalmente pela presença das camadas externas do fruto que impedem a entrada de água, necessária para início da germinação. Assim, a ação dos dispersores pode ser fundamental para uniformizar e acelerar a germinação das sementes.

Euterpe edulis Mart. é uma das palmeiras mais abundantes e uma das espécies mais exploradas comercialmente da Floresta Atlântica, pela extração do palmito (meristema apical) comercializado nos mercados nacional e internacional (LORENZI *et al.*, 2010). A intensa exploração reduziu drasticamente suas populações, restringindo sua ocorrência apenas a remanescentes florestais de difícil acesso (NODARI *et al.*, 2000), culminando em sua inclusão na lista do Ministério de Meio Ambiente como espécie ameaçada de extinção (MMA, 2008).

Por apresentar grande densidade e frequência no estrato médio da Floresta Atlântica, o palmitreiro é classificado como espécie climácica ou tolerante à sombra, além de ser encontrado em áreas com presença de água superficial, em caráter permanente (SILVA-MATOS *et al.*, 1999).

Diante das características ecofisiológicas citadas, estudos sobre o efeito de fatores abióticos e bióticos na germinação das sementes do palmitreiro são fundamentais para a compreensão do estabelecimento e regeneração natural e para ações de conservação da espécie.

2.2 Objetivos

- ✓ Analisar se a presença das camadas externas do fruto (exo e mesocarpo) afeta a germinação das sementes;
- ✓ Avaliar a presença de dormência e a exigência por temperaturas específicas na germinação;
- ✓ Analisar a influência da redução do teor de água das sementes na germinação do palmitreiro;
- ✓ Avaliar a influência da umidade do solo na germinação das sementes;
- ✓ Avaliar se o armazenamento em condições de anoxia altera a germinação das sementes.

2.3 Material e métodos

2.3.1 Coleta, beneficiamento, armazenamento e germinação

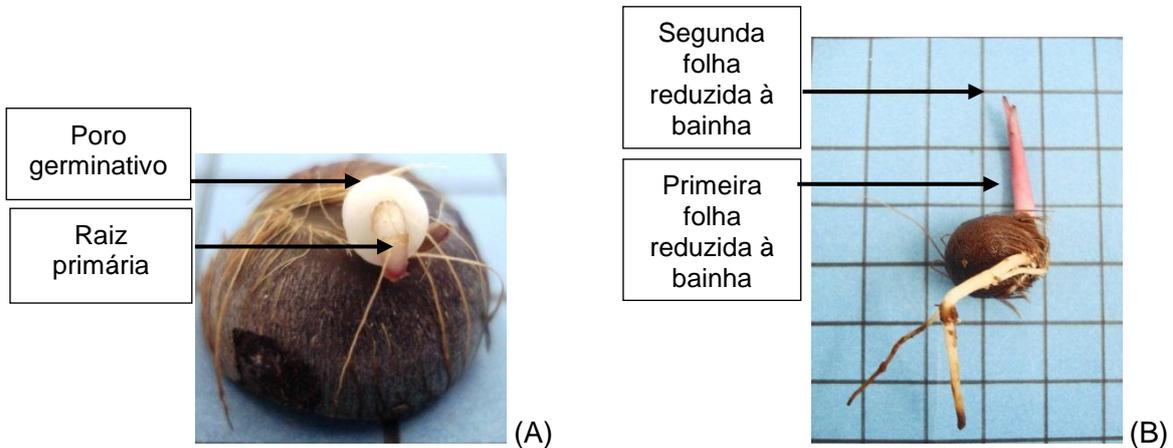
Os frutos foram coletados em agosto de 2010, de pelo menos 10 indivíduos em trechos de Floresta Ombrófila Densa do setor Floresta da Tijuca, no Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro. Os lotes de frutos colhidos foram homogeneizados na área de coleta. Os procedimentos gerais de registro e beneficiamento foram realizados no Laboratório de Sementes do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Os frutos foram beneficiados, sendo retiradas as camadas mais externas do fruto, o exocarpo e mesocarpo, através da sua fricção manual em peneiras de malha de aço sob água corrente, e armazenados em câmara fria (10°C) por até 30 dias (BOVI *et al.*, 1987; FIGLIOLIA *et al.*, 1987; ANDRADE; PEREIRA, 1997; NODARI *et al.*, 1998; ANDRADE, 2001) em embalagens plásticas seladas até o início dos experimentos, para evitar a perda da viabilidade. (BOVI *et al.*, 1987; NODARI *et al.*, 1998).

Frutos sem beneficiamento também foram armazenados em câmara fria, para posterior realização do experimento detalhado no item 2.1.1. Em todos os experimentos, o termo semente foi considerado como o conjunto endocarpo e semente, por ser a unidade de dispersão da espécie (QUEIROZ, 2000). Para a determinação do teor de água, foram utilizadas quatro repetições com cinco sementes frescas, permanecendo em estufa a 103°C durante 17 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Em todos os experimentos, as sementes e frutos foram escolhidos aleatoriamente, previamente tratados com hipoclorito de sódio (2%) e semeados sobre vermiculita esterilizada ou solo esterilizado, contido em caixas plásticas tipo *gerbox* e umedecidas com água destilada. Os *gerbox* foram colocados em câmaras de germinação tipo B.O.D. (modelo FANEM), com temperatura e luz controladas (fotoperíodo de oito horas), com lâmpadas fluorescentes do tipo luz do dia (4 x 20W) e densidade do fluxo de fótons de $90 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Para a avaliação da porcentagem de germinação, o critério utilizado foi o proposto por Labouriau (1983), pela protrusão da raiz primária somada ao geotropismo positivo (Figura 3A) da mesma, após a emergência do botão germinativo, que constitui um estágio preliminar à

emergência da raiz primária. Para a contagem de plântulas normais (Figura 3B), o critério utilizado foi o aparecimento da segunda folha reduzida à bainha (QUEIROZ, 2000). Para todos os experimentos a contagem final foi realizada com o surgimento de plântulas normais, com noventa dias.



Figuras 3 - Critérios para a avaliação da germinação e da fase de plântula de *E. edulis*.

Legenda: (A) Germinação da semente com emergência do botão germinativo e protrusão da raiz primária. (B) Plântula normal, com o rompimento da primeira folha reduzida à bainha pela segunda folha também reduzida à bainha. Escala: malha de 1cm.

Fonte: Letícia G. Andrade.

2.3.2 Teste de germinação em presença de exocarpo e mesocarpo

Frutos sem beneficiamento com a presença do exocarpo e mesocarpo (Figura 4A), e sementes com endocarpo (Figura 4B), foram colocados para germinar sob temperatura constante de 25°C e alternada de 20-30°C, para avaliar o efeito da presença das camadas mais externas do fruto, o exocarpo e mesocarpo e de temperaturas constante e alternada na germinação das sementes e na emergência de plântulas. Foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes e 20 frutos por tratamento. A metodologia de germinação foi realizada conforme o item relatado no item 2.1.

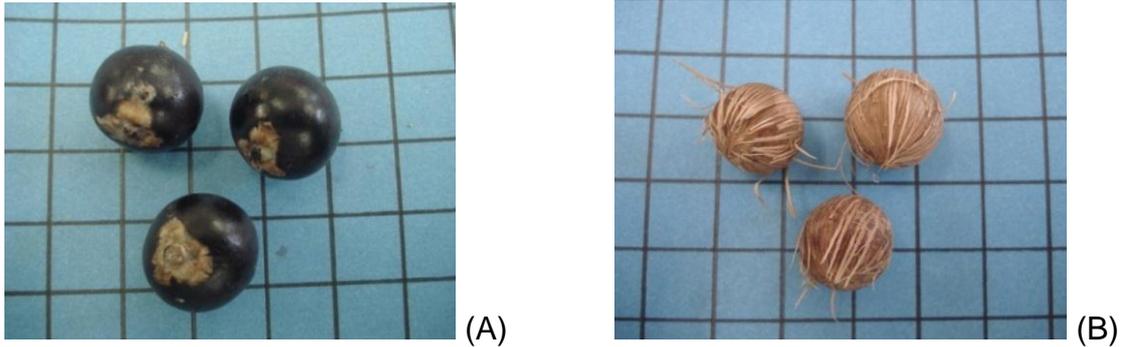


Figura 4 - Frutos e sementes da *E. edulis*
 Legenda: (A) Frutos sem beneficiamento, com presença do exocarpo e mesocarpo, e (B) sementes com a presença do endocarpo fibroso.
 Fonte: Letícia G. Andrade.

2.3.3 Teste de germinação sob diferentes temperaturas

Para a determinação das condições ideais de temperatura de germinação, as sementes foram semeadas conforme relatado no item 2.1, e submetidas às temperaturas constantes de 15°, 20°, 25°, 30°, 35°C e alternada de 20-30°C, sob fotoperíodo de oito horas. Foram utilizadas cinco repetições contendo 20 sementes cada.

2.3.4 Teste de germinação sob diferentes teores de água da semente

Para analisar a influência da secagem na germinação, as sementes foram desidratadas em sala de secagem, sob temperatura de 18°C e umidade relativa do ar de 18%, para obtenção de valores distintos de umidade, sendo 39, 37, 35, 30, 27, 25, 20, 17, 15, 10% de umidade, além do controle (teor de água das sementes recém-coletadas). As sementes foram distribuídas sobre peneiras classificadas de acordo com teor de água, sendo monitoradas regularmente através do peso, com auxílio de uma balança analítica.

Os teores de água específicos foram obtidos através da pesagem das sementes, avaliando a perda de água durante a secagem, utilizando a fórmula segundo Cromarty e colaboradores (1985):

$$Pf = Pi (100 - Ui) / (100 - Uf) \quad (1)$$

onde: Pf – peso final do lote de sementes após a secagem

Pi – peso inicial do lote de sementes (sem secagem)

Ui – teor de umidade inicial do lote de sementes

Uf – teor de umidade final do lote de sementes

Quando alcançados os diferentes teores de umidade, referente a cada tratamento, as sementes foram submetidas às determinações do teor de água (quatro repetições de cinco sementes) em estufa a 103°C durante 17 horas, e ao teste de germinação (cinco repetições de 20 sementes) conforme o item 2.1, na temperatura alternada de 20-30°C.

2.3.5 Teste de germinação sob diferentes teores de água do solo

Para avaliar o efeito do teor de água do solo na germinação das sementes, foram adicionadas diferentes quantidades de água (mL) em 196g de solo esterilizado e seco (em estufa a 80°C por 24 horas), para obtenção de valores distintos de teor de água do solo, sendo 11, 14, 19, 22, 26, 32, 37 e 42% de umidade. Após a adição de diferentes volumes de água e alcançados os diferentes teores de umidade, referente a cada tratamento, as sementes foram semeadas conforme o item 2.1, na temperatura alternada de 20-30°C.

Três repetições de solo homogeneizado com água, em estufa 103°C por 17 horas foram utilizadas para determinação do teor de água do solo de cada tratamento. O experimento foi conduzido com cinco repetições de 20 sementes cada para cada tratamento.

2.3.6 Teste de germinação em condições de anoxia

Para avaliar o efeito da submersão na germinação das sementes, 3 lotes de 100 sementes foram colocados em recipientes de vidro de 250 mL e preenchidos com água destilada, vedados com filme plástico, e colocados na câmara de germinação na temperatura de 20°C. Os lotes de sementes foram retirados mensalmente para as duas primeiras retiradas, e a terceira retirada foi realizada 15 dias após a segunda retirada. Foram realizados os seguintes intervalos para

avaliação quanto à porcentagem e velocidade de germinação: zero (experimento controle - não armazenado em água), 30, 60 e 75 dias de armazenamento. A primeira e segunda retiradas foram mensais e, a partir do terceiro lote, as retiradas foram realizadas quinzenalmente. No intervalo de sete dias, foi realizada a renovação da água dos recipientes, para evitar possível contaminação por microorganismos.

As sementes foram submetidas à temperatura alternada de 20-30°C, para a avaliação da germinação, sendo distribuídas em cinco repetições de 20 sementes cada, e tratadas conforme o item 2.1.

2.3.7 Análise estatística

A velocidade de germinação (IVG) e a velocidade de emergência de plântulas (IVE) foram calculadas de acordo com a fórmula estabelecida por Labouriau e Valadares (1976):

$$v = n_i / (n_i \cdot t_i) \quad (2)$$

onde: n_i é o número de sementes germinadas dentro do intervalo de tempo t_i , sendo os resultados expressos em dias^{-1} .

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso. A normalidade foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (SANTANA; RANAL, 2004). Quando não foi atendida a premissa da normalidade dos dados, a homogeneidade das variâncias foi analisada através do teste de Levene (ZAR, 2010).

As respostas de porcentagem de germinação, emergência de plântulas e velocidades de germinação e emergência de plântulas para o experimento efeito do exo e mesocarpo, foram analisadas através do teste de Mann-Whitney (U), uma vez que não atenderam as premissas de normalidade e homogeneidade das variâncias (ZAR, 2010).

As respostas de germinação e de emergência de plântulas, assim como IVG e IVE, aos efeitos da temperatura e da submersão das sementes foram estudadas a partir da análise de variância (ANOVA), com a comparação entre médias pelo teste de Tukey (0,05) (ZAR, 2010).

A relação entre a desidratação das sementes e a resposta de germinação foi estudada a partir das análises de regressão linear (ZAR, 2010) e sigmoidal logística

$y = a / \{1 + \exp - [(x - x_0) / b]\}$ (PEREIRA *et al.*, 2009) considerando o melhor ajuste dos resultados, onde: a é o coeficiente que descreve a máxima porcentagem de germinação; x_0 é o coeficiente que estima o valor de teor de água na qual 50% da máxima germinação ocorre (ou teor de água com 50% G_{\max}); b é o coeficiente de inclinação da resposta de germinação, calculado pelas estimativas dos valores de teor de água a 75% e 25% da máxima germinação.

O coeficiente de regressão (R^2) foi determinado com o objetivo de avaliar a adequação da função sigmoideal aos dados obtidos e o nível de significância da análise de regressão foi de 0,05.

As respostas entre o teor de água do solo e as variáveis testadas (germinação, emergência de plântulas, IVG e IVE) foram analisadas através da equação $X_{\max} = -b/2a$, gerada pela regressão da curva. O coeficiente de regressão (R^2) foi determinado com o objetivo de avaliar a adequação da curva aos dados obtidos e o nível de significância da análise de regressão foi de 0,05.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Statistica 6.0 e GraphPad Prism 5. Todos os gráficos foram criados com o auxílio do programa Origin 8.0.

2.4 Resultados

2.4.1 Efeito do exocarpo e mesocarpo na germinação

A presença do exocarpo e mesocarpo afetou significativamente todas as variáveis analisadas (germinação, emergência de plântulas, e os índices de velocidade de germinação e emergência de plântulas) em ambas as temperaturas testadas.

As sementes beneficiadas (presença do endocarpo) apresentaram a máxima germinação, com valores acima de 90%, e de emergência de plântulas com valores acima de 80%, nas duas temperaturas (Tabela 1).

As velocidades médias de germinação e de emergência de plântulas foram semelhantes para o tratamento com sementes nas duas temperaturas, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias dos índices de germinação (G%) e emergência de plântulas (EP%) em porcentagem, e velocidade de germinação (IVG) e velocidade de emergência de plântulas (IVE) de sementes (endocarpo) e frutos (exo e mesocarpo) de *E. edulis* em duas temperaturas 25°C e 20-30°C.

Variáveis analisadas	25°C		20-30°C	
	SEMENTES	FRUTOS	SEMENTES	FRUTOS
G%	97 Aa	3 Bb	96 Aa	2 Bb
IVG	0,0245 Aa	0,0151 Bb	0,0308 Aa	0,0044 Bb
EP%	95 Aa	2 Bb	89 Aa	2 Bb
IVE	0,0171 Aa	0,0046 Bb	0,0180 Aa	0,0040 Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para sementes e para frutos não diferiram entre si pelo teste de *Mann-Whitney* ($P < 0,05$), entre as temperaturas. Letras minúsculas distintas representam diferença estatística pelo teste de *Mann-Whitney* ($P < 0,05$), entre sementes e frutos dentro de cada temperatura.

2.4.2 Efeito da temperatura

As sementes de *E. edulis* alcançaram os maiores valores de porcentagem de germinação nas temperaturas alternada de 20-30°C e constantes de 25°C e 30°C, sem diferença estatística entre si (Figura 5). O índice de velocidade de germinação não foi significativamente diferente entre as temperaturas 25°C e 20-30°C, sendo superiores as demais temperaturas testadas (Figura 7).

A temperatura de 25°C apresentou o maior valor de porcentagem de emergência de plântulas, seguida pelas temperaturas de 20-30 e 30°C (Figura 6). O índice de velocidade de emergência de plântulas atingiu o maior valor na temperatura de 25°C, seguido de 20-30°C (Figura 8).

As temperaturas constantes de 15°C e 20°C proporcionaram germinação acima de 60%. Entretanto, verificou-se que em 15°C não houve ocorrência de plântulas e em 20°C a emergência de plântulas atingiu valores abaixo de 60%. Na temperatura de 35°C não houve germinação (Figuras 5).

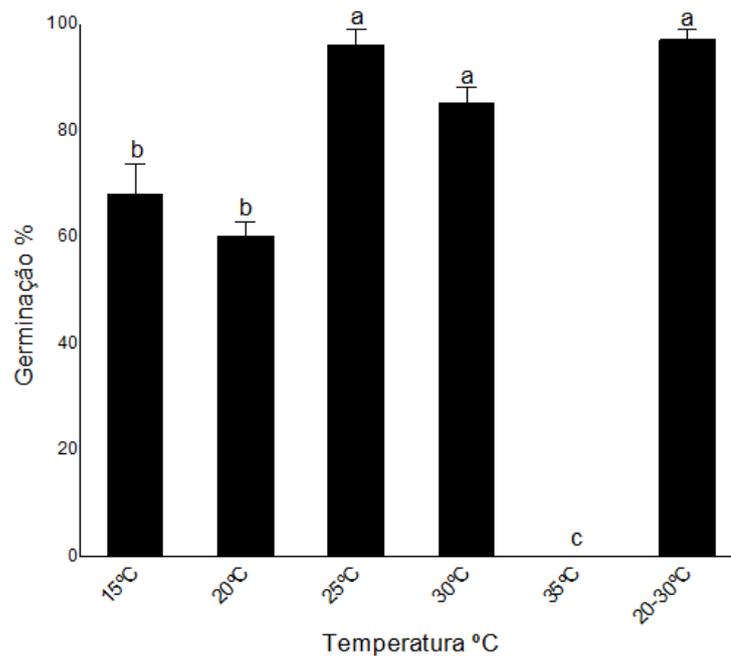


Figura 5 -Germinação de sementes de *E. edulis* nas temperaturas constantes 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C e na temperatura alternada de, 30/20° C.

Legenda: Colunas representam a média e barras verticais representam ± 1 desvio padrão, quando maior que os símbolos. As médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

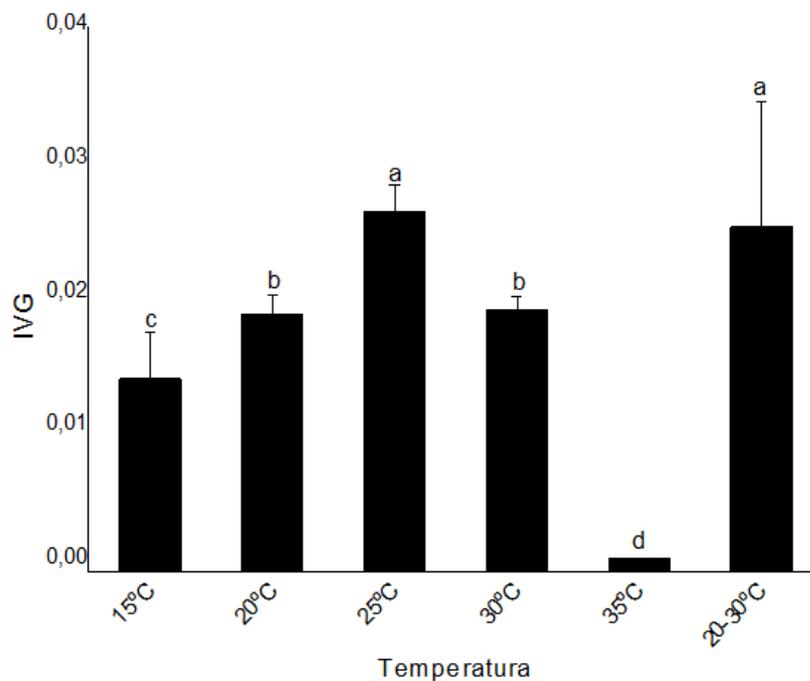


Figura 6 - Índice de velocidade de germinação de *E. edulis* nas temperaturas constantes 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C, e na temperatura alternada 30/20°C.

Legenda: Colunas representam à média e barras verticais representam ± 1 desvio padrão, quando maior que os símbolos. As médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

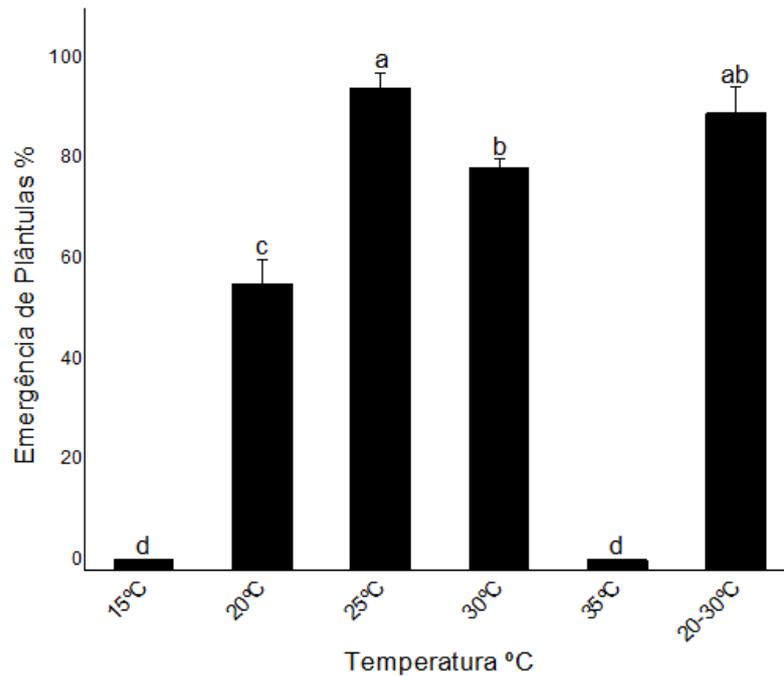


Figura 7 - Emergência de plântulas de *E. edulis* nas temperaturas constantes 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C, e na temperatura alternada 30/20°C.

Legenda: Colunas representam à média e barras verticais representam ± 1 desvio padrão, quando maior que os símbolos. As médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

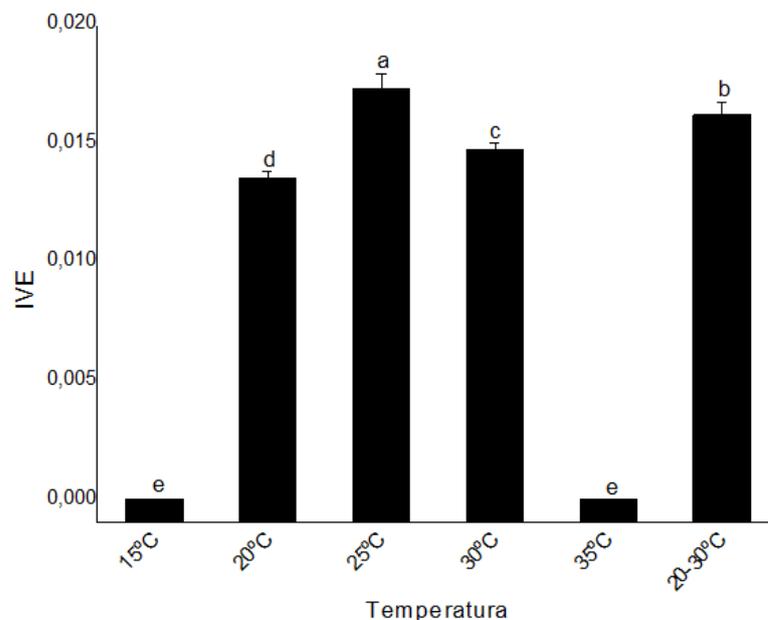


Figura 8 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de *E. edulis* nas temperaturas constantes 15°, 20°, 25°, 30° e 35°C, e na temperatura alternada 30/20°C.

Legenda: Colunas representam à média e barras verticais representam ± 1 desvio padrão, quando maior que os símbolos. As médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

2.4.3 Efeito da secagem na germinação

Os teores de água obtidos pelo processo de secagem foram aproximadamente: 39, 35, 31, 28, 27, 25, 22, 20, 18 e 12%. As sementes frescas (recém-coletadas) que não foram desidratadas apresentaram teor de água de 42%, e os valores mais altos de porcentagem de germinação (96%) e emergência de plântulas (95%) (Figura 9).

A função sigmoidal utilizada para as variáveis germinação e emergência de plântulas, promoveu ajustes adequados para os dados observados, com os coeficientes a , b , x_0 , R^2 apresentados na Figura 9. A redução nos teores de água reduziu os valores de todas as variáveis estudadas. Valores abaixo de 25% de umidade nas sementes do palmitreiro provocaram uma queda significativa na germinação das sementes e na emergência de plântulas, apresentando valores menores de 5%, e abaixo de 20% se tornam letais, não havendo germinação das sementes (Figura 9).

As médias de velocidade de germinação (IVG) e emergência de plântulas (IVE) foram semelhantes à porcentagem da germinação. Com a diminuição do teor de água da semente, ocorreu queda nos valores de IVG e IVE. Os maiores valores foram obtidos pelas sementes frescas, com redução drástica dos valores de IVG e IVE quando o teor de água foi reduzido abaixo de 25%. Para as duas variáveis IVG e IVE o coeficiente R^2 e as equações obtidos pela regressão linear, estão apresentados na Figura 9.

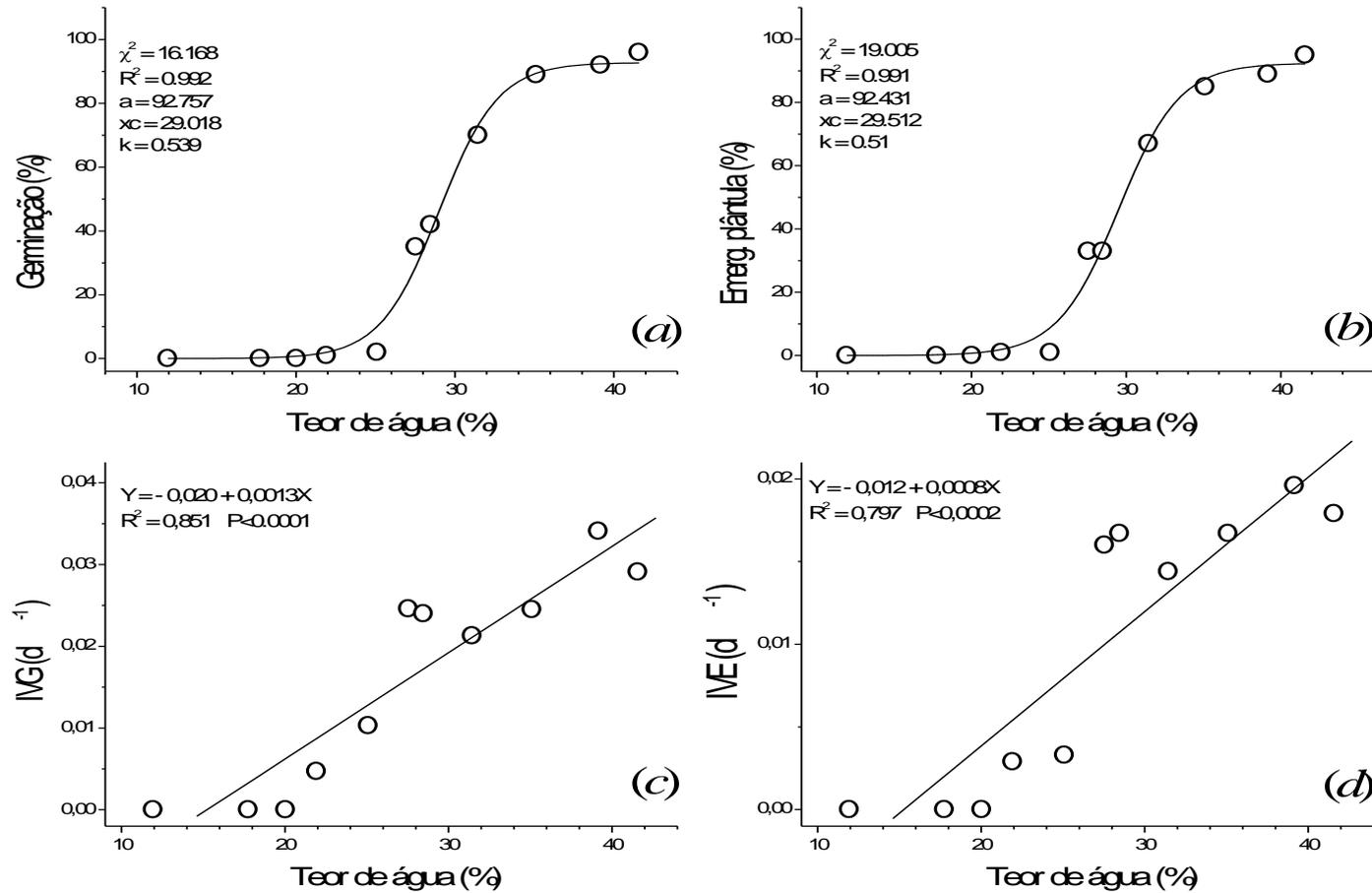


Figura 9 - Relação entre o teor de água (%) e as porcentagens de germinação (a) e de emergência de plântulas (b), velocidades de germinação (IVG; c) e de emergência de plântulas (IVE; d) de sementes de *E. edulis*.

Nota: Valores médios (círculos) foram ajustados (linha) em a e b, através de regressão sigmoidal logística, e em c e d, através de regressão linear, com os respectivos coeficientes apresentados em cada gráfico.

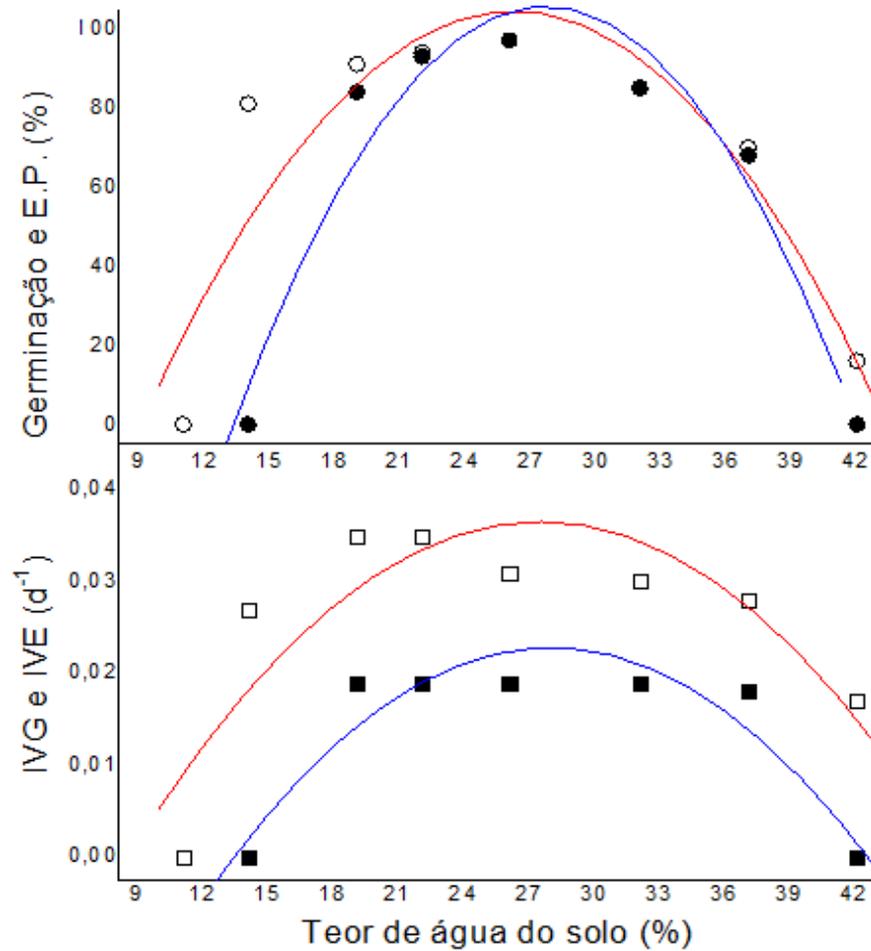
2.4.4 Efeito do teor de água do solo

Os teores de água do solo entre 14 e 37% apresentaram valores de germinação acima de 70%, com máxima germinação em 26% de teor de água do solo. Com 11% de teor de água não houve germinação. Para o mais alto valor avaliado de teor de água do solo (42%) a germinação não ultrapassou 20% (Figura 10).

Os teores de água do solo entre 19 e 37% apresentaram valores acima de 65% de emergência de plântulas, com o máximo atingido com 27% de teor de água do solo. Com 11, 14 e 42% não houve emergência de plântulas (Figura 10).

Os valores mais altos dos índices de velocidade de germinação e de emergência de plântulas foram obtidos pelos teores de água do solo entre 18 e 37% (Figura 10).

As equações, os respectivos coeficientes e os valores de p gerados para cada variável estão apresentados na figura 10.



$$G (\circ) \rightarrow Y = -139,377 + 18,614X - 0,355X^2 \quad R^2 = 0,840 \quad p = 0,01$$

$$EP (\bullet) \rightarrow Y = -287,767 + 28,453X - 0,514X^2 \quad R^2 = 0,943 \quad p = 0,003$$

$$IVG (\square) \rightarrow Y = -0,040 + 0,0056X - 1,02E - 4X^2 \quad R^2 = 0,743 \quad p = 0,03$$

$$IVE (\blacksquare) \rightarrow Y = -0,061 + 0,0061X - 1,08E - 4X^2 \quad R^2 = 0,879 \quad p = 0,01$$

Figura 10 - Relação entre o teor de água do solo (%) e (○) a porcentagem de germinação

Legenda: (●) a emergência de plântulas, (□) IVG e (■) IVE, com as respectivas equações, coeficientes e valores de p .

Nota: Valores médios foram ajustados através da análise de regressão (linha).

2.4.5 Efeito da submersão das sementes

Com 30 dias de submersão a germinação foi afetada significativamente, sofrendo uma redução de aproximadamente 50%. Resultados semelhantes de germinação, emergência de plântulas e IVG foram obtidos com 30 e 60 dias, sem diferença estatística entre eles, exceto para o índice de emergência de plântulas (Tabela 2).

Sementes do tratamento controle (sementes não armazenadas em água) apresentaram germinação e emergência de plântulas acima de 90%, além dos maiores valores de IVG (0,0245) e IVE (0,0171) (Tabela 2).

Com 75 dias, a germinação e a emergência de plântulas foram drasticamente afetadas, não ultrapassando valores de 20%, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Para os valores de IVG os resultados foram semelhantes aos tratamentos 30 e 60 dias. Já para IVE, os resultados foram semelhantes somente ao tratamento 60 dias (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias dos índices de germinação (G%) e emergência de plântulas (EP%) em porcentagem, velocidade de germinação (IVG) e velocidade de emergência de plântulas (IVE) para as retiradas com zero, 30, 60 e 75 dias.

Dias	G%	IVG	EP%	IVE
0	97 a	0,0245 a	95 a	0,0171 a
30	51 b	0,0154 b	37 b	0,0127 b
60	45 b	0,0168 b	40 b	0,0137 c
75	18 c	0,0161 b	16 c	0,0137 c

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

2.5 Discussão

A baixa germinação de frutos (presença do exocarpo e mesocarpo) em relação a sementes (presença do endocarpo) encontrada neste estudo corrobora os resultados de Bovi e Cardoso (1975), pois verificaram que sementes com poro germinativo escarificado e sem as camadas mais externas do fruto apresentaram melhor germinação em comparação a frutos inteiros. Ainda segundo esses autores e Reis e Kageyama (2000), a germinação lenta está relacionada ao impedimento mecânico, provocado pelas camadas do

fruto, que dificultam o processo de embebição, fase inicial para ocorrência da germinação, além de dificultar a emergência da raiz primária e/ou da parte aérea salientando a importância da remoção das camadas externas do fruto através da dispersão por zoocoria, tanto para o palmitreiro, como para diversas espécies.

De acordo com Reis e Kageyama (2000), a dispersão das sementes de *E. edulis* pode ser primária, realizada por animais que retiram os frutos diretamente da planta e transportam para outros locais, ou secundária, realizada por animais que tomam frutos e/ou sementes sob a planta-mãe ou os que já foram transportados por outros animais, mostrando uma interação entre as diferenças comportamentais no forrageamento de diversos animais com as características fenológicas e adaptações das infrutescências e frutos do palmitreiro.

A ação dos dispersores de sementes é fundamental nas comunidades florestais tropicais, uma vez que mais de 70% das árvores e arbustos têm suas sementes dispersas por eles (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992). A ação dos dispersores tanto para o palmitreiro, como para várias espécies é importante, uma vez que as sementes dispersas são levadas para locais distantes da planta mãe, aumentando assim a sobrevivência de sementes e plântulas que são dependentes da densidade e/ou da distância, relacionado também com a colonização de ambientes criados aleatoriamente, como clareiras que se formam no interior das florestas tropicais, além de disseminar sementes em locais específicos que aumentam o sucesso reprodutivo das plantas (MCKEY, 1975; LEVEY, 1988; HOWE; MIRITI, 2000, 2004).

Como as sementes de palmitreiro germinaram rapidamente (menos de 30 dias) após a remoção das camadas externas do fruto, tanto sob temperatura constante e alternada, elas não apresentam mecanismos de dormência, corroborando as informações apresentadas por Reis (1995). Além disso, de acordo com Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia (1990), muitas espécies tropicais, como o palmitreiro, apresentam sementes com alto teor de água (35-50%, ou mais), o que favorece um rápido desenvolvimento do embrião, ocorrendo assim à germinação.

A rápida e elevada taxa de germinação em temperaturas entre 15°C e 30°C, à semelhança daquelas encontradas nos ambientes sombreados do sub-

dossel das florestas tropicais (DENSLOW, 1987), reforça a ideia de que a espécie utiliza a estratégia de regeneração de banco de plântulas, ao invés do banco de sementes, conforme constatado por Reis e Kageyama, (2000). A formação de um banco de plântulas como estratégia de regeneração, é comportamento característico para várias espécies climáticas, onde essas mantêm populações de plântulas no sub-dossel, em condições de baixa luminosidade, de alta competitividade e sob forte seleção, a espera de condições favoráveis ao crescimento e estabelecimento dos indivíduos (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 1990; CONTE *et al.*, 2000; MELO *et al.*, 2004).

A alta umidade do solo no interior da floresta pode interferir na germinação das sementes, acelerando o processo de decomposição das camadas mais externas do fruto expondo o endocarpo fibroso, facilitando dessa maneira a germinação (REIS; KAGEYAMA, 2000). No entanto, em áreas com déficit hídrico do solo, as sementes que não toleram a desidratação, perdem rapidamente a sua viabilidade após a dispersão (BOVI; CARDOSO, 1978). De acordo com Reis *et al.* (1999), a exposição das sementes do palmitero durante um dia de radiação direta é suficiente para causar a morte do embrião.

As sementes frescas utilizadas no presente estudo apresentaram teor de água de 45% e sensibilidade à desidratação. O efeito da desidratação na germinação de sementes do palmitero também foi estudado em condição de laboratório, por Andrade e Pereira (1997) e Martins *et al.* (2003). Esses autores verificaram o mesmo comportamento de armazenamento recalcitrante, pois a redução da germinação ocorreu com a progressiva diminuição do teor de água de suas sementes.

De acordo com Medeiros e Eira (2006), sementes recalcitrantes possuem elevado teor de água ao final da maturação, e morrem quando seu grau de umidade é reduzido a valores abaixo do seu nível crítico de umidade. A perda de água em sementes recalcitrantes causa diversos efeitos de deterioração das sementes, como a desnaturação de proteínas, alterações na atividade das enzimas e danos no sistema de membranas, resultando na perda de viabilidade das sementes (NAUTIYAL; PUROHIT, 1985).

Dessa forma, a germinação de sementes de palmitero pode ser favorecida pela sincronia entre a época de frutificação da espécie e o período

chuvoso (COSTA *et al.*, 1997), quando as altas umidades do ar e do solo reduziriam as chances de desidratação das sementes. Entretanto, o palmitreiro apresenta época de frutificação no período seco do ano. Segundo INMET (2011) para o estado do Rio de Janeiro, o período entre os meses maio a setembro para os anos de 2010 e 2011, ocorreu uma redução na precipitação, característico da estação seca do ano. A presença desta espécie no interior da floresta pode amenizar assim, as condições adversas encontradas pelas sementes, principalmente em relação a pouca disponibilidade de água durante a estação seca do ano.

Os resultados encontrados neste estudo para teor de água do solo, onde a germinação ocorreu em uma faixa de umidade do solo entre 14-37%, estão em concordância com a ocorrência natural da espécie, que têm preferência por locais úmidos, conforme relata Lorenzi (2010). Resultados semelhantes foram encontrados por Figliolia e colaboradores (1998) para sementes de *Genipa americana*, que germinaram em diferentes níveis de umidade, indicando que as sementes dessa espécie estão adaptadas para germinar e a plântula se desenvolver em áreas úmidas de clareiras pequenas. Assim, as condições úmidas encontradas do solo no interior de florestas tropicais favorecem a germinação de muitas espécies.

Para o palmitreiro, o mais alto valor de teor de água do solo (42%), que simula ambientes próximos a veios d'água, com saturação hídrica, provocou uma redução nos valores de germinação. Resultados diferentes do presente estudo foram encontrados para outras espécies recalcitrantes. De acordo com Figliolia e Kageyama (1995) sementes de *Inga uruguensis* apresentaram maior capacidade germinativa nos substratos encharcado e muito úmido, assim como, os resultados encontrados por Ferreira e colaboradores (2007), onde condições úmida ou muito úmida foram as mais favoráveis à germinação das sementes de *Calophyllum brasiliensis*, para o substrato vermiculita.

Apesar da ocorrência preferencial de indivíduos de palmitreiro sob condições úmidas do solo, estudos sobre a tolerância ao alagamento das sementes de *E. edulis* ainda não foram descritos. As condições encontradas em ambientes muito úmidos ou inundados, como restrições à quantidade de oxigênio, podem ser prejudiciais à germinação de sementes e ao estabelecimento de plântulas.

De acordo com Scarano (1998), sementes de diversas espécies toleram o alagamento, permanecendo viáveis sob tal condição por diferentes períodos. Em estudo realizado com *Genipa americana*, espécie típica de florestas inundáveis, Souza e colaboradores (1999) mostraram que as sementes desta espécie não apresentaram alterações em sua viabilidade após quatro meses armazenadas em água; somente após sete meses de armazenamento suas sementes perderam totalmente a viabilidade.

Para *Geonoma brevisphata* (Arecaceae), outra espécie típica de floresta alagada, Gomes e colaboradores (2006) verificaram que suas sementes permaneceram viáveis por até oito semanas quando armazenadas em água, perdendo a capacidade de germinação após 16 semanas. Resultado semelhante foi encontrado no presente estudo para sementes de *E. edulis*, que permaneceram viáveis também por oito semanas, ocorrendo uma redução drástica na sua germinação após 10 semanas submetidas ao alagamento. No entanto, estudos realizados com espécies de ambientes que sofrem inundação ou presentes próximo a cursos de água ainda são escassos.

As florestas tropicais apresentam diversas espécies de sub-bosque, que são capazes de completar todo o seu ciclo de vida, sob condições de baixa luminosidade. No presente estudo, foi possível determinar as respostas de germinação do palmitero, uma espécie recalcitrante e com sementes que apresentam grandes reserva nutritiva, em relação aos efeitos de fatores abióticos e bióticos. No entanto, são escassos os estudos sobre a ecofisiologia de germinação, principalmente, para os efeitos do teor de água do solo e da submersão das sementes na viabilidade das mesmas, para diversas espécies tropicais. Por estes motivos, novos estudos com sementes de espécies ombrófilas são necessários, envolvendo fatores que não foram analisados no presente estudo e que também podem controlar a germinação, tais como luz, efeito de substâncias alelopáticas, longevidade das sementes no solo, etc. Essas iniciativas permitirão o estabelecimento de padrões ecofisiológicos de germinação para outras espécies.

2.6 Conclusão

Pelo menos para a fase de germinação de *Euterpe edulis*, há uma relação preferencial por ambientes mais úmidos e com temperaturas mais amenas (sub-dossel).

Por apresentar sementes recalcitrantes, o estabelecimento dessa espécie em locais mais úmidos, favorece a germinação das sementes, já que estas seriam menos afetadas pela desidratação.

Além disso, pelo alto teor de água das sementes, estas podem germinar de forma mais rápida, logo após a sua dispersão, sem as camadas mais externas do fruto.

2.7 Referências

AMBIENTE BRASIL. *Silvicultura do palmito Juçara (Euterpe edulis)*. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>> Acesso em: 05 out. 2011.

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed., 2004. p. 323.

ALVAREZ-CLARE, S. ; KITAJIMA, K. Susceptibility of tree seedlings to biotic and abiotic hazards in the understory of a moist tropical forest in Panama. *Biotropica* v.41, n.1, p. 47-56, 2009.

ANDRADE, A. C. S. ; PEREIRA, T. S. Comportamento de armazenamento de sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Mart). *Revista PAB Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, n. 10, 1997.

_____ *et al.* Reavaliação do efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de palmitero (*Euterpe edulis* M.). *Revista Árvore*, v. 23, p. 279-283, 1999.

_____. The effect of moisture content and temperature on longevity of heart of palm seeds (*Euterpe edulis*). *Seed Science & Technology*, v. 29, p. 171-182, 2001.

BASKIN, C. C. ; BASKIN, J. M. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego, Academic Press. p. 666, 2001.

BECKAGE, B. ; CLARCK, J. S. Seedling survival and growth of three species: the role of spatial heterogeneity. *Ecology*, v. 84, p.1849-1861. 2003.

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

BOVI, M. L. A. ; CARDOSO, M. Germinação de sementes de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.). *Bragantia*, v.34, p. 29-34, 1975.

_____. Conservação de sementes de palmitreiro. *Bragantia* v.37, p. 115-127, 1978.

_____; GODOY-JÚNIOR, G. ; SAES, L. A. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agronômico de Campinas. *Agrônomo*, v.39, n.2, p.129-174, 1987.

BRADFORD, K. J. Water stress and the water relations of seed development: a critical review. *Crop Science*, v.34, p.1-11, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BROKAW, N. V. L. Seed dispersal, gap colonization, and the case of *Cecropia insignis*. In: ESTRADA, A. ; FLEMING, T. H. ; W. Junk. *Frugivores and seed dispersal*. Publishers, Dordrecht, 1986, p.323-331.

CALVI, G. P. ; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* – Mart em trecho de floresta de altitude do município de Miguel Pereira – RJ. *Revista Universidade Rural, Seropédica – RJ. EDUR*, v. 25, n. 1, p. 33 – 40, 2005.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras*. Colombo: Embrapa Florestas, 2003, 1039 p.

CONTE, R. *et al* . Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis* na floresta ombrófila densa da encosta atlântica. In: REIS, M. S.; REIS, A. *Euterpe edulis Martius - (Palmitreiro): biologia, conservação e manejo*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000, p.106-130.

COSTA, M. L.; ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Fenologia de espécies arbóreas em floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R. *Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p.169-186. 1997.

CRAWLEY, M. J. The structure of plant communities. *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford London Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne. 1986.

CROMARTY, A. S.; ELLIS, R. H. ; ROBERTS, E. H. Desing of seed storage facilites for genetic conservation. *International Board for Plant Genetic Resources*. Rome, 1985, p.100.

DALLING, J. W.; HUBBELL, S. P. Seed size, growth rate and gap microsites conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. *Journal of Ecology*. v. 90, p. 557-569. 2002.

DENSLOW, J. S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. v. 18, p.431-451, 1987.

_____ ; HARTSHORN, G. S. Tree-fall Gap Environments and Forest Dynamics Processes. In: MCDADE, L. A. *et al. La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. University of Chicago Press, Chicago, p.120-127. 1994.

DRASFIELD, J.; JOHNSON, D. & SYNGE, H. *The palms of the new world: a conservation census*. Cambridge: IUCN-WWF Plants Conservation Programme, p. 30. 1988.

EMBRAPA. *Anais do 1º Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito*. (Embrapa-CNPQ ed.). Curitiba, 1988.

FANTINI, A. C.; RIBEIRO, R. J. ; GURIES, R. P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na floresta ombrófila densa: potencial, problemas e possíveis soluções. *Sellowia* 49-52, p. 256-280, 2000.

FENNER, M ; THOMPSON, K. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, New York. p. 250, 2005.

FERNANDES, C. R. *Floresta Atlântica: Reserva da Biosfera*. Curitiba, p. 312, 2003.

FERREIRA, C. A. R.; FIGLIOLIA, M. B.; ROBERTO, L. P. C. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Calophyllum brasiliensis* Camb. *Revista Instituto Florestal*, São Paulo, n. 31, p. 173-178. 2007.

FIGLIOLIA, M. B. *et al.* Conservação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes embalagens e ambientes de armazenamento. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, v.41, n.1, p.355-368, 1987.

_____ *et al.* Ecofisiologia de sementes de *Inga uruguensis* Hook em condições de laboratório. *Revista Instituto Florestal*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 91-99, 1995.

_____ *et al.* Germinação de sementes de jenipapeiro (*Genipa americana*) L. - Rubiaceae sob diferentes regimes de temperatura, umidade e luz. *Revista Instituto Florestal*, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 63-72, 1998.

FILIP, V. Within and among year variation in the levels of herbivory on the foliage of trees from a Mexican tropical deciduous forest. *Biotropica*, v. 27, n. 1. p. 78-86. 1995.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica*. Período 1995-2000. Relatório Final. São Paulo. Fundação S.O.S. Mata Atlântica/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2002.

_____. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica*. Período 2005-2008. Relatório Parcial. São Paulo. Fundação S.O.S. Mata Atlântica/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p.156, 2009.

GALETTI, M. *Fruits and frugivores in a Brazilian Atlantic forest*. Tese (Doutorado em Ecologia), University of Cambridge, Cambridge, 1996.

_____; ALEIXO, A. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic Rain Forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology*, v. 35, p. 286-293, 1998.

_____ *et al.* Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic Forest of Brazil. *Ecotropica* 5, 115–122, 1999.

GALINDO-LEAL, C. ; CÂMARA, I. G. *Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese*. p. 3-12. *In: GALINDO-LEAL, C. ; CÂMARA, I.G. Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica - Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005.

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

GREEN P. T. Seed germination in *Chrysophyllum* sp. nov., a large-seeded rainforest species in north Queensland: effects of seed size, litter depth and seed position. *Austral Ecology*, v. 24, n. 6, p. 608-613, 1999.

GRIME, J. P. *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. 2nd ed. Wiley, Chichester, 2001.

GRUBB, P. J. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Review*, v.52, p.107-145, 1977.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M. ; FOX, G. A. *Ecologia Vegetal*. 2. ed. Porto Alegre: Ed Artmed, 2009. p. 574

GUIMARAES, M. A.; DIAS, D. C.; S., LOUREIRO, M. E. Hidratação de sementes. *Revista Tropica. Ciências Agrárias e Biológicas*. v. 2, n. 1, p. 31, 2008.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton: Princeton University Press. 352 p. 1995.

HOWE, H. F.; MIRITI, M. N. No question: seed dispersal matters. *Trends In Ecology & Evolution*, Londres, v.15, n.11, Nov, p.434-436, 2000.

_____. When seed dispersal matters. *Bioscience*, Washington, v.54, n.7, Jul, p.651-660, 2004.

ICMBio. *Parque Nacional da Tijuca*. Disponível em:

<<http://www.icmbio.gov.br/portal/o-que-fazemos/visitacao/ucs-abertas-a-visitacao/210-parque-nacional-da-tijuca>> Acesso em: 14 out. 2011.

INMET. *Instituto Nacional de Meteorologia*. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php/>> Acesso em: 10 nov. 2011.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. ; NAVE, A. G. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasileira de Botânica*. v.20, n.2, p. 139-153, 1997.

JORDANO, P. *et al.* Ligando frugivoria e dispersão de sementes à Biologia da Conservação, p. 411-436. *In: ROCHA, C. F. D. et al. Biologia da Conservação: essências*. São Carlos, Rima Ed., 588p, 2006.

KAGEYAMA, P. Y. ; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. *In: Simpósio Brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, p. 197-215. 1991.

KENNEDY, D. N. ; SWAINE, M. D. Germination and growth of colonizing species in artificial gaps of different sizes in Dipterocarp rain forests. *Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B*, v. 335, p. 357-367. 1992.

LABOURIAU, L. G. *A germinação das sementes*. Washington, OEA. p.174, 1983.

_____; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, p. 174-186, 1976.

LEITÃO FILHO, H. F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais*. São Paulo. n.35, p.41-46, 1987.

LEVEY, D. J. Tropical wet forest treefall gaps and distributions of understory birds and plants. *Ecology*, Washington, v.69, p.1076-1089, 1988.

LORENZI, H. *et al. Flora brasileira: Arecacea (palmeira)*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2010.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitero. *In: REIS, M. S. ; REIS, A. Euterpe edulis Martius - (Palmitero): biologia, conservação e manejo*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.23-38. 2000.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. *Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz*. Piracicaba. v. 12, p. 495. 2005.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A. ; NAKAGAWA, J. Desiccation effects on germination and vigor of King palm seeds. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 1, p. 88–92, 2003.

_____ *et al.* Secagem e armazenamento de juçara. *Revista Árvore*. v. 33, n. 4. p. 635-642. 2009.

MATOS, D. M. S. ; MARCOS, C. S. Estrutura de populações de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) em áreas com diferentes graus de impactação na floresta da Tijuca, RJ. *Floresta e Ambiente*, v. 10, n.1, p.27–37, 2003.

MCKEY, D. The ecology of coevolved seed dispersal systems. *In: GILBERT, L. E. ; RAVEN, P. H. Coevolution of animals and plants*. Austin, Texas: University of Texas Press, 1975. p.159-209.

MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. *Circular Técnica 127*. EMBRAPA. Colombo – PR. 2006.

MELO, F. P. L. *et al.* Recrutamento e estabelecimento de plântulas. *In: FERREIRA, A. G. ; BORGHETTI, F. Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2004. p. 323.

MENTEN, J. O. M. *Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico*. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1995. 312 p.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2008. *Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio>> Acesso em: 03 nov. 2010.

MORELLATO, L. P.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In: MORELLATO, L. P. História Natural da Serra do Japi*. Campinas: Ed. UNICAMP/FAPESP, 1992. p.112-140.

MOORE, L. V.; MYERS, J. H. ; ENG, R. Western tentcaterpillars prefer the sunny side of the tree but why? *Oikos*, v, 51, p. 321-326. 1988.

NAUTIYAL, A. R.; PUROHIT, A. N. Seed viability in sal. II. Physiological and biochemical aspects of ageing in seeds of *Shorea robusta*. *Seed Science and Technology*, v.13, p.69-76, 1985.

MARTINS-NETTO, D. A. ; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes tropicais. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. v.17, n.1, p.75-80, 1995.

MITTERMEIER, R. A. *Hotspots Revisited. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Cemex, Washington, DC. 2004.

NODARI, R. O. *et al.* Conservação de frutos e sementes de palmitheiro (*Euterpe edulis* Mart.) sob diferentes condições de armazenamento. *Revista Árvore*, v. 22, n.1, p.1-10, 1998.

NODARI, R. O. *et al.* Restauração de populações de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) na Mata Atlântica. *Sellowia*, v. 49-52, p. 189-201, 2000.

OLIVEIRA, R. R.. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*. Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros, v. 1, p. 523-541, 1995.

PLANO DE MANEJO DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA. Disponível em: <<http://www.planodemanejo.kit.net/vol1/introducao.pdf>.> Acesso em: 01 dez. 2010.

PEARSON, T. R. H. *et al.* Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. *Ecology*, v. 83, p. 2798-2807, 2002.

PEÑALOZA, C. ; FARJI-BRENER, A. G. The importance of treefall gaps as foraging sites for leaf-cutting ants depends on forest age. *Journal of Tropical Ecology* v.19, p. 603-605. 2003.

PEREIRA, A. R. *et al.* Comportamento germinativo de espécies epífitas e rupícolas de Bromeliaceae do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.32, n.4, p.827-838, 2009.

PEREIRA, L. B. A economicidade do palmitheiro (*Euterpe edulis* Martius) sob manejo em regime de rendimento sustentado. *Sellowia*, v. 49-52, p. 225-244, 2000.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; COSTA, L. G. S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. *In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO*, 1990, Campos do Jordão. Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, p. 676-68. 1990.

PINTO, L. P. *et al.* Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um *hotspot* mundial. *In: ROCHA, C.F.D. et al. Biologia da Conservação: essências*. São Carlos, RiMa. p. 91-118, 2006.

PIZO M. A., VON ALLMEN C. ; MORELLATO L. P. C. Seed size variation in the palm *Euterpe edulis* and the effects of seed predators on germination and seedling survival. *Acta Oecologica* 29, 311–15, 2006.

PONS, T. L. Seed responses to light. *In: FENNER, M. Seed: the ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, CABI Publishing. p. 237-260. 2000.

PROBERT, R. J. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. *In: Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, CABI Publishing, 2000. p. 261-292.

QUEIROZ, M. H. Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmitreiro *Euterpe edulis* Martius – Arecaceae. *Sellowia*, v. 49-52, p. 39-59, 2000.

RAMBALDI, D. M. *et al.* A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Série Estados e Regiões da RBMA. *Caderno da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: CNRBMA. 2003.

REIS, A. *Dispersão de sementes de Euterpe edulis Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas – SP. p.154, 1995.

_____ *et al.* Efeito de diferentes níveis de dessecação na germinação de sementes de *Euterpe edulis* Martius Arecaceae. *Insula*, v.28, p.31-42, 1999.

_____ ; KAGEYAMA, P. Y. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius – Palmae). *Sellowia*, v. 49-52, p. 60-92, 2000.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. *Projeto madeira do Rio Grande do Sul*. SUDESUL, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, HBR, 1979.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, p. 1144-1156, 2009.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 5ª Ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. p. 503, 2003.

SCARANO, F. R. A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plant subjected of distinct flooding regimes in Brazilian flood-prone forest and estuarine vegetation. *In*. SCARANO, F. R. ; FRANCO, A.C. Ecophysiological strategies of xerophytic and amphybious plants in the neotropics. *Series Oecologia Brasilienses v.IV*. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. p.177-193, 1998.

SILVA-MATOS, D. M.; FRECKLETON, R. P.; WATKINSON, A. R. The role of density dependence in the population dynamics of tropical palm. *Ecology*, v.80, p.595-603,1999.

_____ *et al.* Understanding the threats to biological diversity in the South-eastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 11, p.1747-1758, 2002.

SCHÜTZ, W. Seed dormancy cycles and germination phenologies in sedges (*Carex*) from various habitats. *Wetlands*, v. 18, p. 288-297. 1998.

SOUZA, A. F. *et al.* Ecophysiology and morphology of seed germination of neotropical lowland tree *Genipa americana* (Rubiaceae). *Journal Tropical Ecology*, v. 15, p. 667-680, 1999.

SWAINE, M. ; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, v. 75, p. 81-86. 1988.

VALLEJO-MARIN, M., DOMINGUEZ, C. A. ; DIRZO, R. Simulated seed predation reveals a variety of germination responses of neotropical rain forest species. *American Journal of Botany*, v. 93, p. 369-376, 2006.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. *Estudos avançados*. v.24, n.68, São Paulo p. 147-160, 2010.

VÁZQUEZ-YANES, C. ; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed dormancy in the tropical rain forest. *In: Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants. Man and the Biosphere*. KS BAWA; M HADLEY. Carnforth, UK:UNESCO-Parthenon. p. 247-590. 1990.

_____ A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. Annual. *Review of Ecology and Systematics*, v. 24, p. 69-87. 1993.

_____ Comparative storage of achenes of five tropical rain forest woody species stored under different moisture conditions. *Canadian Journal of Botany*, n. 74, p.1635-1639, 1996.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 5. ed. Prentice-Hall, New Jersey. p. 944. 2010.

WHITMORE, T. C. *An introduction to Tropical Rain Forests*. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1998.

3 EFEITO DA PREDÇÃO E DA SERAPILHEIRA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DO PALMITEIRO (*EUTERPE EDULIS* MART.)

3.1 Introdução

Os processos de regeneração após um distúrbio natural em florestas tropicais ocorrem através da contribuição das árvores remanescentes via produção de sementes ou rebrota, pelo recrutamento das plântulas sobreviventes à perturbação (regeneração avançada), e pelo recrutamento de sementes presentes no banco de sementes do solo (sementes dormentes) e/ou provenientes da chuva de sementes (sementes dispersadas recentemente). O entendimento desses processos de regeneração é fundamental para o manejo de florestas, por fornecer dados mais precisos sobre a influência das perturbações nas comunidades (WHITMORE, 1998).

As florestas tropicais abrigam diversas espécies que produzem sementes com grande reserva nutritiva. Entretanto, o significado do tamanho das sementes neste tipo de vegetação ainda não é bem compreendido. De acordo com Foster (1986), o tamanho das sementes pode estar relacionado com as condições desfavoráveis encontradas sob o dossel de uma floresta, como a baixa luminosidade, permitindo estado de dormência ou quiescência de sementes não germinadas, e com a predação de plântulas.

Das estratégias de regeneração em florestas tropicais, Reis e Kageyama (2000) e Conte e colaboradores (2000) consideram a formação de um denso banco de plântulas sob o dossel, principalmente em áreas protegidas, como a de maior contribuição à regeneração avançada do palmitero. O tamanho relativamente grande, a sensibilidade ao dessecação e a falta de mecanismos de dormência de suas sementes corroboram essa hipótese, pois impedem a formação de um banco de sementes eficiente à regeneração da espécie (REIS, 1995; ANDRADE, 2001).

A predação e ação de agentes patógenos podem ser relacionadas como as principais causas biológicas de mortalidade de sementes e plântulas do palmitero (REIS; KAGEYAMA, 2000). Além destas, Tonetti e Negrelle (2001)

constataram uma alta mortalidade de plântulas decorrente de danos físicos causados pela queda de galhos ou folhas na Floresta Atlântica. Poucas plântulas de espécies florestais estão livres de ataques dos predadores, seja nas sementes ainda aderidas ou em suas partes vegetativas. Segundo Piña-Rodrigues e Aguiar (1993), a predação pré e pós-dispersão das sementes pode afetar significativamente o estabelecimento de novos indivíduos e a regeneração de muitas espécies.

Além da predação, o acúmulo de serapilheira sobre o solo de florestas tropicais pode afetar significativamente a germinação e estabelecimento de plântulas (FACELLI, 1994). A quantidade e qualidade de luz recebida por uma semente são alteradas pela serapilheira, pois esta filtra a passagem de luz solar, reduzindo a quantidade de radiação total e de comprimentos de onda mais curtos (< 700nm) que estimulam a germinação de sementes fotoblásticas de diversas espécies (VÁZQUEZ-YANES *et al.*, 1990; YIRDAW; LEINONEN, 2002). Além disso, ela pode alterar o microambiente das sementes, a partir do seu efeito alelopático durante o seu processo de decomposição, com a produção de substâncias inibidoras da germinação (HILHORST; KARSSSEN, 2000).

Outros fatores como umidade do solo, umidade relativa do ar e temperatura também são alterados pela presença de serapilheira. Adicionalmente, sua constituição diversificada (folhas caídas, raízes e troncos mortos em processo de decomposição) pode agir como uma barreira mecânica para o crescimento radicular e a emergência da parte aérea (GREEN, 1999; GUREVITCH *et al.*, 2009).

Por outro lado, a serapilheira pode afetar positivamente a germinação de sementes por seu papel como proteção contra predadores, principalmente de espécies que produzem sementes grandes, já que estas são mais visíveis para alguns predadores (HORVITZ *et al.*, 2002; BECERRA *et al.*, 2004). De forma complementar, a serapilheira pode proporcionar ambientes fisiologicamente satisfatórios à germinação de sementes e ao estabelecimento de plântulas, moderando a variação de temperaturas do solo e promovendo a manutenção de umidade em suas camadas superficiais, favorecendo a germinação de espécies mais exigentes, durante períodos secos do ano (FACELLI, 1994; BECERRA *et al.*, 2004).

Apesar da reconhecida importância para a compreensão do processo de regeneração, estudos sobre os fatores bióticos que controlam a germinação, sobrevivência e crescimento de plântulas de espécies arbóreas tropicais são pouco comuns (SCARIOT, 2000; PIZO *et al.*, 2006; ALVAREZ-CLARE; KITAJIMA, 2007; ALVAREZ-CLARE; KITAJIMA, 2009). Destes fatores, as respostas à predação e herbivoria pós-dispersão em sementes e plântulas e o efeito da serapilheira na germinação de sementes de espécies da Mata Atlântica foram pouco estudadas.

3.2 Objetivos

- ✓ Analisar se as sementes são capazes de germinar após a predação artificial do tecido de reserva, simulando a predação por herbívoros;
- ✓ Analisar se as plântulas são capazes de emitir nova parte aérea (rebrotamento) após a remoção artificial por corte total da parte aérea, simulando a predação por herbívoros;
- ✓ Analisar a influência da serapilheira na germinação e no desenvolvimento, através da semeadura sobre e sob serapilheira.

3.3 Material e métodos

3.3.1 Coleta, beneficiamento, armazenamento e germinação

Os frutos foram coletados em agosto de 2010, de pelo menos 10 indivíduos em trechos de Floresta Ombrófila Densa do setor Floresta da Tijuca, no Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro. Os lotes de frutos colhidos foram homogeneizados na área de coleta. Os procedimentos gerais foram realizados no Laboratório de Sementes do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (IPJBRJ).

Os frutos foram beneficiados, sendo retiradas as camadas mais externas do fruto, o exocarpo e mesocarpo, através da sua fricção manual em peneiras de malha de aço, sob água corrente, armazenados em câmara fria à

10°C (BOVI *et al.*, 1987; FIGLIOLIA *et al.*, 1987; ANDRADE; PEREIRA, 1997; NODARI *et al.*, 1998; ANDRADE, 2001), e em embalagens plásticas seladas até o início dos experimentos, para evitar a perda da viabilidade (BOVI *et al.*, 1987; NODARI *et al.*, 1998).

O termo semente foi adotado para indicar a unidade de dispersão, composta pela semente, embrião e seu tegumento, revestida pelo endocarpo (QUEIROZ, 2000).

Para os experimentos realizados em laboratório, as sementes foram previamente tratadas com hipoclorito de sódio (2%), e semeadas sobre vermiculita esterilizada, contida em caixas plásticas tipo *gerbox*, umedecidas com água destilada. Os *gerbox* foram colocados em câmaras de germinação com temperatura alternada de 20-30°C e luz controladas (fotoperíodo de oito horas), em estufas incubadoras tipo B.O.D. modelo FANEM, com lâmpadas fluorescentes do tipo luz do dia (4 x 20W) e densidade do fluxo de fótons de 90 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Para a contagem da germinação, o critério utilizado foi o proposto por Labouriau (1983), pela protrusão da raiz primária somada ao geotropismo positivo da mesma, após a emergência do botão germinativo, que constitui um estágio preliminar à germinação. Para contagem de plântulas normais, o critério utilizado foi o aparecimento da segunda folha reduzida à bainha (QUEIROZ, 2000).

Os experimentos de avaliação da predação nas plântulas e efeito da serapilheira foram realizados em casa de vegetação, localizada no Arboreto do IPJBRJ.

3.3.2 Influência da predação na germinação das sementes

Para analisar o efeito da predação na germinação das sementes do palmitero, foram realizados três tratamentos, cortes retirando 25% e 50% do endosperma, e o tratamento controle (0%), correspondente a sementes inteiras. Anteriormente ao corte, as sementes foram separadas em três classes de peso, através do peso individual em balança analítica. As classes de peso utilizadas foram: sementes com peso menor ou igual a 1,2g (sementes pequenas); peso de 1,3 a 1,5g (sementes médias) e sementes com peso maior ou igual a 1,6g (sementes grandes).

A remoção do endosperma foi realizada com auxílio de estilete e martelo, na posição oposta à convergência do endocarpo fibroso (Figura 11 A e B), ou seja, na posição oposta ao embrião. As sementes foram pesadas individualmente antes e após a realização dos cortes. Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições com 15 sementes cada, semeadas em *gerbox* sobre vermiculita umedecida com água destilada, em câmaras de germinação, na temperatura de 20-30°C.

As sementes germinadas e plântulas foram avaliadas três vezes por semana, e registradas para cálculo da velocidade de germinação e de emergência de plântulas. A contagem final foi realizada com 90 dias.

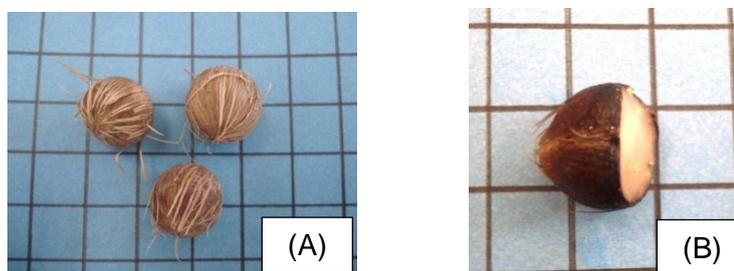


Figura 11 - Sementes de *E. edulis*.

Legenda: (A) Sementes inteiras, (B) semente cortada na posição oposta à convergência das fibras.

Fonte Letícia G. Andrade.

3.3.3 Influência da predação da parte aérea no rebrotamento das plântulas

Para avaliar o efeito da predação na parte aérea, as plântulas foram separadas em dois tratamentos diferentes, baseado no estágio de desenvolvimento: estágio 1 – plântula com a segunda folha reduzida à bainha (Figura 12A); estágio 2 – plântula com a terceira folha expandida e presença da quarta folha fechada (Figura 12B).

Foram utilizadas 25 plântulas por tratamento. Anteriormente a realização do experimento, cada plântula foi transplantada para recipientes individuais com capacidade de 700mL, preenchidos com terra. Todos os tratamentos foram cobertos por armações de madeira com sombrite, proporcionando uma redução de 95% da intensidade luminosa.

Foram realizados dois cortes na base da plântula, retirando toda parte aérea (Figura13): um corte retirando a primeira parte aérea emitida, e um

segundo corte das plântulas após a rebrota, para plântulas no estágio 1 (Figura 12A) e no estágio 2 (Figura 12B).

Para cada parte aérea retirada nos cortes foi medida (i) a altura com régua milimetrada e (ii) a massa seca, pesadas com auxílio de balança analítica (0,0001g) após a secagem em estufa a 80°C; 48 horas.

O segundo corte foi realizado quando as plântulas capazes de rebrotar apresentaram o mesmo estágio de desenvolvimento das plântulas iniciais.

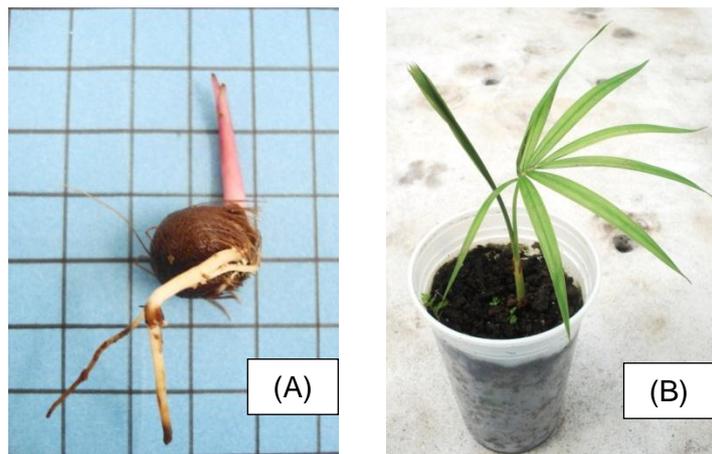


Figura 12 - Plântulas de *E. edulis* em dois estágios de desenvolvimento. Legenda: (A) Plântula com a segunda folha reduzida à bainha. (B) Plântula com a terceira folha expandida e presença da quarta folha fechada. Fonte Letícia G. Andrade.



Figura 13 - Plântula de *E. edulis* com remoção total da parte aérea. Fonte Letícia G. Andrade.

3.3.4 Influência da serapilheira na germinação das sementes e no estabelecimento de plântulas de *E. edulis*

A serapilheira foi coletada no solo da floresta, em 100 pontos amostrados ao acaso próximos aos indivíduos do palmitreiro, utilizando

recipientes com área de 235 cm². Em seguida, a serapilheira foi desidratada em sala de secagem (18°C; 18% URar) para uniformização de sua massa. Após a pesagem, a massa média obtida da serapilheira foi relacionada à área do coletor e convertida a área de recipientes de plástico de 12 cm de diâmetro. Em cada recipiente foram adicionadas 9g de serapilheira sobre o solo. Sementes (uma semente por recipiente) foram colocadas (i) sobre e (ii) sob a serapilheira em três condições de intensidade luminosa: 60%, 25% e 5%.

Foram utilizadas 90 sementes para cada condição, totalizando 540 sementes. Os diferentes níveis de luz foram alcançados através do recobrimento de armações de madeira com diferentes camadas de sombrite, sobre os recipientes plásticos.

Para o tratamento de 60% de intensidade luminosa não foi utilizado nenhum recobrimento. A densidade de fluxo de fótons e os valores de razão V:VE para cada condição de sombreamento foi medida com auxílio de sensores SKR 110 e SKP 215, respectivamente (Skye instruments Inc., Reino Unido).

A finalização do experimento ocorreu com a expansão do eófilo ou terceira folha das plântulas.

3.3.5 Análise estatística

A normalidade foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (SANTANA; RANAL, 2004). Quando não foi atendida a premissa da normalidade dos dados, a homogeneidade das variâncias foi analisada através do teste de Levene (ZAR, 2010).

A diferença entre médias nos testes de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP%) e índice de emergência de plântulas (IVE), foi constatada pela análise de variância (ANOVA), com comparação pelo teste de Tukey (0,05).

As velocidades de germinação e de emergência de plântulas foram calculadas de acordo com a fórmula estabelecida por Labouriau e Valadares (1976):

$$v = ni / (ni \cdot ti) \quad (1)$$

onde n_i é o número de sementes germinadas dentro do intervalo de tempo t_i , sendo os resultados expressos em dias^{-1} .

Para o experimento, influência da predação na capacidade de rebrotamento da parte aérea, os resultados foram analisados através de Box-plot.

As análises estatísticas foram feitas com auxílio dos programas Statistica 6.0 e GraphPad Prism 5. Todos os gráficos foram criados com o auxílio do programa Origin 8.0.

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Influência da predação na germinação das sementes

Os tratamentos com sementes grandes onde houve a remoção de 25% e 50% do endosperma apresentaram os menores valores de porcentagem de germinação e de emergência de plântulas, sendo significativamente diferentes dos demais tratamentos (Figura 14 e 15).

Valores de germinação e de emergência de plântulas, acima de 90% foram obtidos para os tratamentos controle (sementes não cortadas), tanto para sementes pequenas como para sementes grandes. Os dois tratamentos foram significativamente superiores apenas aos tratamentos sementes grandes, com remoção de 25 e 50% do endosperma.

Sementes pequenas e médias, com redução de 25% e 50% do endosperma, apresentaram resultados semelhantes entre si e aos tratamentos controle, com germinação acima de 70% (Figura 14). Para a emergência de plântulas os tratamentos, sementes pequenas com redução de 50% e médias com redução de 25% não apresentaram diferenças estatísticas entre si e aos tratamentos controle (Figura 15).

Já as sementes grandes com redução de 25% e 50% do endosperma, apresentaram os mais baixos valores de germinação (Figura 14) e emergência de plântulas (Figura 15).

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), todos os tratamentos apresentaram valores acima de 0,03, não diferindo estatisticamente entre si (Figura 16).

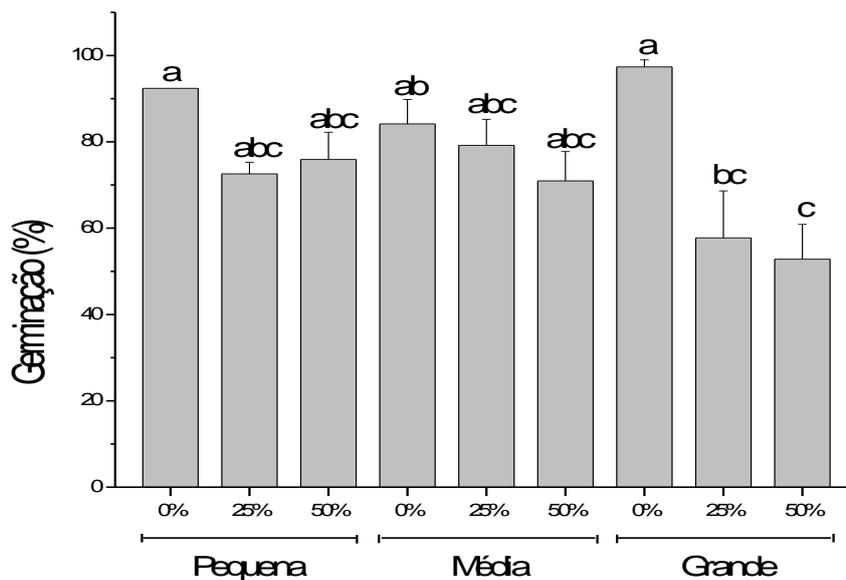


Figura 14 - Germinação (%) de sementes de *E. edulis*, separadas em três classes de peso (pequena, média e grande) em três tratamentos, sementes inteiras (0%), sementes com remoção de 25% e 50% do endosperma.

Legenda: Colunas representam à média e barras verticais representam ± 1 desvio padrão, quando maior que os símbolos. As médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

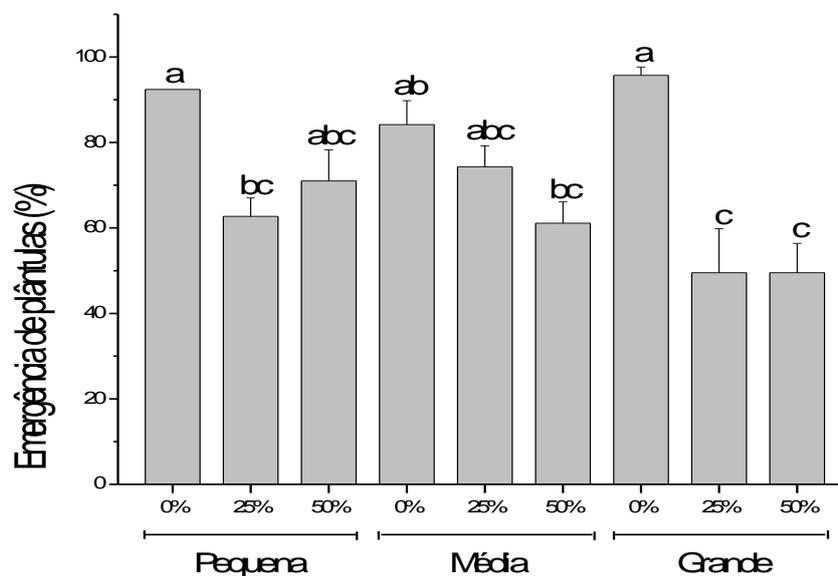


Figura 15 - Emergência de plântulas (%) de *E. edulis*, separadas em três classes de peso (pequena, média e grande) em três tratamentos, sementes inteiras (0%), sementes com remoção de 25% e 50% do endosperma.

Legenda: Colunas representam à média e barras verticais representam ± 1 desvio padrão, quando maior que os símbolos. As médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

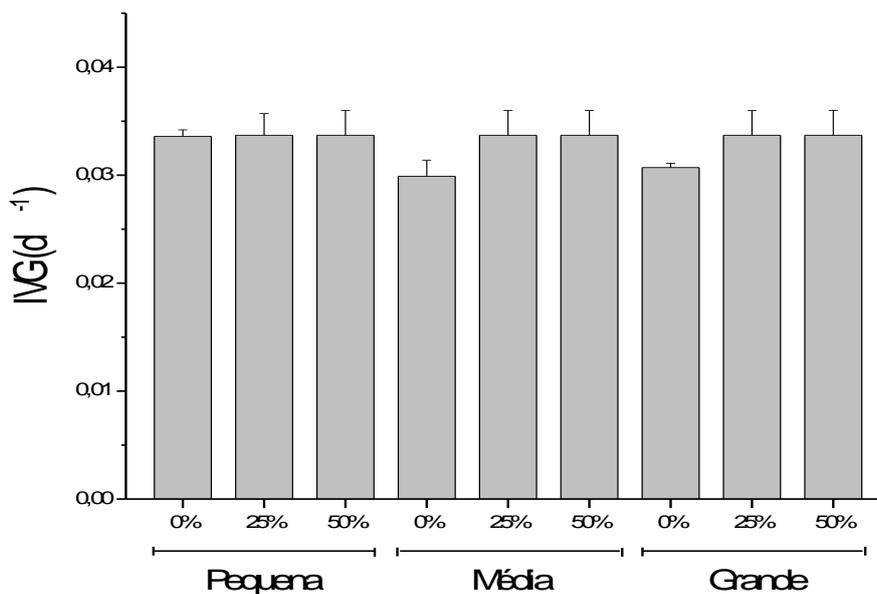


Figura 16 - Índice de velocidade de germinação das sementes de *E. edulis* separadas em três classes de peso (pequena, média e grande) em três tratamentos, sementes inteiras (0%), sementes com remoção de 25% e 50% do endosperma. Legenda: Colunas representam à média e barras verticais representam ± 1 desvio padrão, quando maior que os símbolos.

Para o índice de velocidade de emergência de plântulas, sementes pequenas com corte de 50% apresentaram o valor máximo de IVE de 0,02. Os tratamentos com sementes pequenas 0%, médias e grandes com corte de 25% e 50% apresentaram valores semelhantes, sem diferença estatística entre eles (Figura 17).

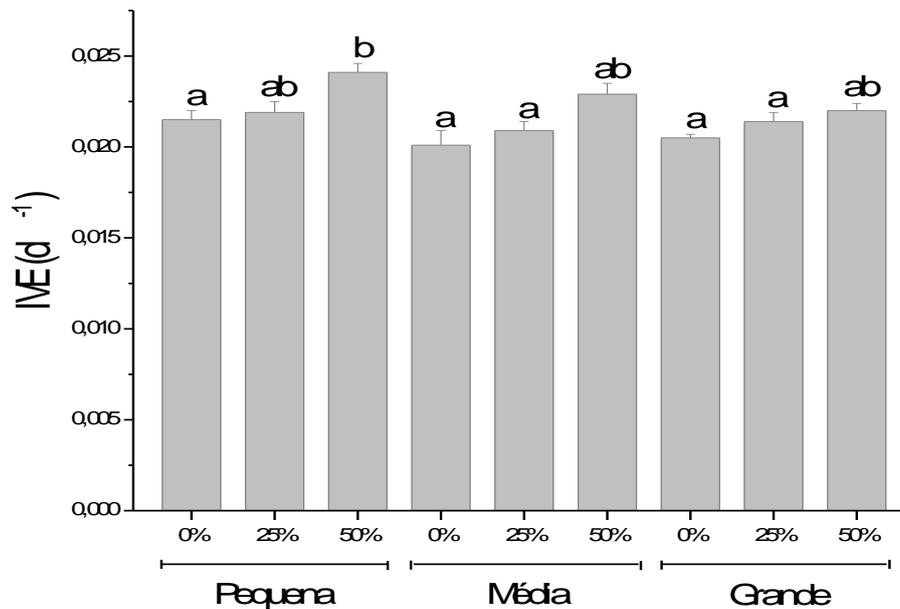


Figura 17 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de *E. edulis* separadas em três classes de peso (pequena, média e grande) em três tratamentos, sementes inteiras (0%), sementes com remoção de 25% e 50% do endosperma. Legenda: Colunas representam à média e barras verticais representam ± 1 desvio padrão, quando maior que os símbolos. As médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3.4.2 Influência da predação na capacidade de rebrotamento da parte aérea

As figuras 8 e 9 apresentam os resultados de (A) altura e (B) massa seca da parte aérea de plântulas, nos estágios de desenvolvimento 1 e 2, antes e depois de sua remoção, com corte na base da parte aérea.

Para os estágios de desenvolvimento 1 e 2 das plântulas, o corte da parte aérea resultou em porcentagens de rebrotamento de 40% (n=10) e de 38% (n=8), respectivamente. Entretanto, verificou-se que tanto a altura como a massa seca da parte aérea foram significativamente menores que as obtidas para a parte aérea de plântulas antes do rebrotamento (Figuras 18 e 19).

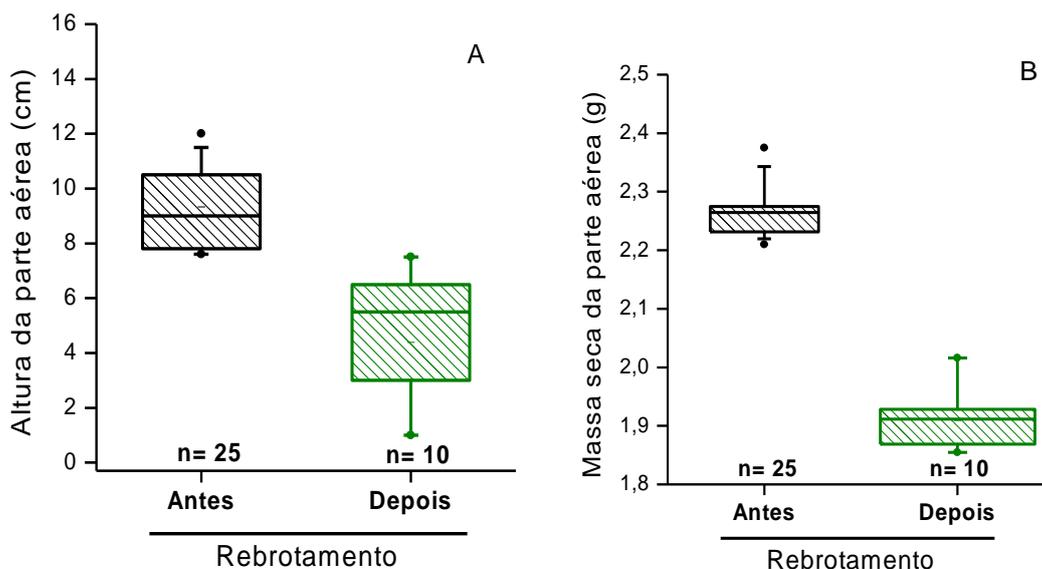


Figura 18 - (A) Altura (cm) e (B) massa seca (g) da parte aérea de plântulas de *E. edulis* antes e depois (rebrotam) da sua remoção (herbivoria simulada), para plântulas com a segunda folha reduzida à bainha, cortadas na base da semente.

Legenda: Valores (n) na figura representam a quantidade de plântulas. As linhas verticais indicam os limites inferior (5%) e superior (95%) do box. As linhas horizontais representam o 1º (25%), 2º (50%; mediana) e 3º (75%) quartis do box. Círculos preenchidos indicam os outliers.

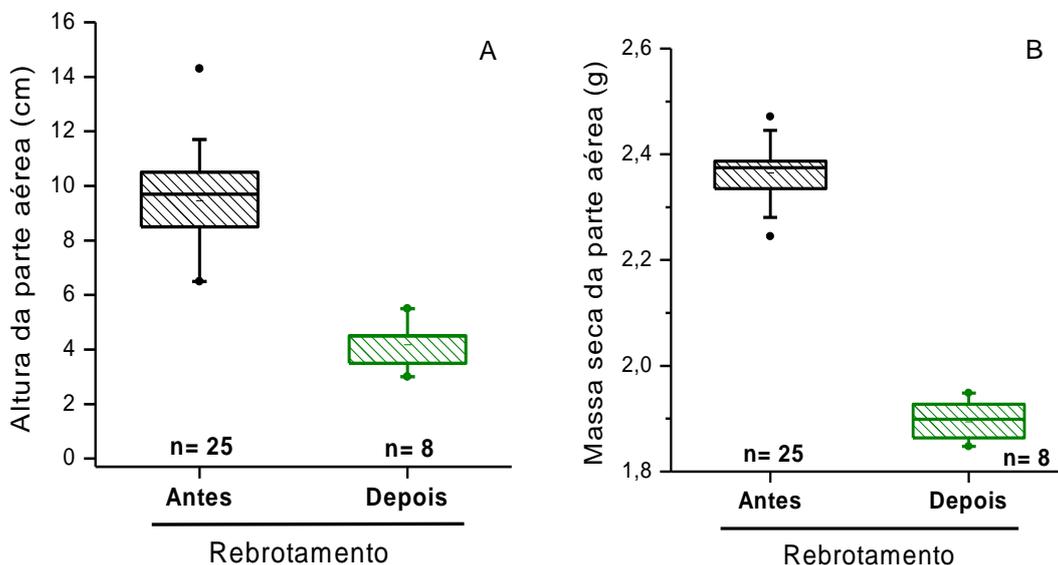


Figura 19 - (A) Altura (cm) e (B) massa seca (g) da parte aérea de plântulas de *E. edulis* antes e depois (rebrotam) da sua remoção (herbivoria simulada), para plântulas com a terceira folha expandida e presença da quarta folha fechada, cortadas na base da semente.

Legenda: Valores (n) na figura representam a quantidade de plântulas. As linhas verticais indicam os limites inferior (5%) e superior (95%) do box. As linhas horizontais representam o 1º (25%), 2º (50%; mediana) e 3º (75%) quartis do box. Círculos preenchidos indicam os outliers.

3.4.3 Influência da serapilheira na germinação das sementes e no estabelecimento de plântulas de *E. edulis*

As sementes que permaneceram sob a serapilheira apresentaram maiores valores de germinação, em relação às sementes sobre a serapilheira, principalmente as que estavam sob intensidade luminosa de 60% e de 25% uma camada de sombrite (Tabela 1).

O tratamento com intensidade luminosa de 5% apresentou a menor diferença entre as duas posições, sob e sobre a serapilheira (Tabela 1).

Tabela 3 - Porcentagem de sementes germinadas (%) em duas posições na serapilheira e em três condições de intensidade luminosa.

Intensidade luminosa (%)	Posição na serapilheira	
	Sob (%)	Sobre (%)
60	85	5
25	81	24
5	90	63

3.5 **Discussão**

Sementes de algumas espécies tropicais podem germinar e produzir plântulas saudáveis, apesar de algum grau de dano superior a 80%, no seu tecido de reserva (MACK, 1998; EDWARDS; GADEK, 2002).

Após a remoção artificial de porções dos tecidos de reserva de sementes de várias espécies arbóreas tropicais, Mack (1998) observou que as espécies com sementes grandes apresentavam maior probabilidade de sobrevivência a danos por predação. De forma semelhante, Harms e Dalling (1997), observaram que apenas sementes com mais de 5g foram capazes de produzir plântulas após a herbivoria simulada. Mack (1998) propôs que o tamanho grande de sementes, observadas em muitas espécies arbóreas, seria uma adaptação para resistir à alta predação em ambientes tropicais.

Em estudo realizado com sementes do palmitreiro, Pizo e colaboradores (2006) verificaram que, independentemente do tamanho das sementes (grandes ou pequenas) estas sofreram predação por insetos e/ou roedores. Já sementes grandes apresentaram melhor germinação que sementes menores. Ainda segundo o autor, não houve diferença na germinação, quando relacionados o tamanho das sementes e o dano causado pela remoção de parte do endosperma. Entretanto, plântulas provenientes de sementes danificadas apresentaram menor sobrevivência que sementes intactas.

No presente estudo foram obtidos resultados semelhantes aos encontrados por Pizo e colaboradores (2006), para sementes e plântulas. Sementes com ou sem remoção do endosperma apresentaram valores de germinação semelhantes, independentemente do tamanho. Para os resultados de emergência de plântulas, sementes com remoção do endosperma foram capazes de produzir plântulas, independente do nível do dano produzido, porém sementes com uma maior remoção do endosperma apresentaram menor porcentagem de emergência de plântulas.

Fleig e Rigo (1998), observaram que sementes médias do palmitreiro apresentaram maior porcentagem de germinação, seguidas das sementes pequenas e grandes e Lin (1988), avaliou o efeito do tamanho, sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmitreiro, demonstrando que os frutos de maior tamanho apresentaram melhor germinação, resultados diferentes aos encontrados no presente estudo.

Já Andrade e colaboradores (1996), não observaram diferença estatística na germinação de sementes grandes e pequenas, assim como os resultados encontrados no presente estudo.

De acordo com Harms e colaboradores (1997) a grande quantidade de material de reservas em sementes grandes, assim como o palmitreiro, pode ser uma adaptação para alta probabilidade de danos pré-germinativos ou de alta probabilidade de danos físicos e herbivoria em plântulas. Harms e Dalling (1999) observaram que a predação por insetos ou a contaminação por fungos, em sementes de *Gustavia superba* no campo, não causaram a perda da viabilidade para todas as sementes, 27% das sementes tiveram a capacidade de germinar, após a predação.

Calvi e colaboradores (2004), observaram que a predação de sementes em condições de campo causou uma redução no número de sementes disponíveis para germinação, podendo ser um fator importante na perda de sementes disponíveis e no estabelecimento de indivíduos jovens para o manejo da regeneração natural de diversas espécies. Ainda segundo esses autores, os indivíduos e/ou sementes, quando próximos uns dos outros parecem estar mais vulneráveis ao ataque de insetos e fungos.

Alguns trabalhos identificam vantagens e desvantagens em relação à produção de sementes de tamanhos diferentes (LEISHMAN *et al.*, 2000; COOMES; GRUBB, 2003). Sementes pequenas demandam um menor custo de energia, possibilitando uma maior produção e, conseqüentemente, maior número de propágulos, sendo assim, muitas vezes correlacionadas como melhores colonizadoras (LEISHMAN *et al.*, 2000; COOMES; GRUBB, 2003).

Já sementes maiores despendem maior custo de energia para a sua produção, porém, possuem uma maior possibilidade de germinação sem uma grande dependência de fatores externos para seu desenvolvimento, facilitando sua sobrevivência em ambientes com pouca luminosidade, poucos nutrientes e competição, além de possuírem uma maior chance de sobrevivência em casos de condições não favoráveis, como secas, danos parciais da semente e/ou soterramento (LEISHMAN *et al.*, 2000; COOMES; GRUBB, 2003). Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram os resultados dos autores citados, uma vez que, sementes grandes, apresentaram maior porcentagem de germinação.

Entretanto, sementes com a remoção do endosperma apresentaram os mais baixos valores de germinação. Esses resultados podem estar relacionados a uma maior contaminação por fungos, pela exposição do endosperma.

De acordo com Foster (1986), a grande quantidade do material de reserva de sementes grandes, como o palmitero, pode ser utilizada na construção de grande aparato fotossintético, permitindo após a germinação, o estabelecimento de plântulas em condições com pouca luminosidade. Além disso, pode aumentar a tolerância de mudas à herbivoria e danos, fornecendo energia para a substituição do tecido. De acordo com Baraloto e Forget (2007), espécies que apresentam sementes com grande reserva nutritiva e cotilédone

hipógeo (ao nível do solo), assim como o palmito, apresentam melhor adaptação a herbivoria.

Assim, os resultados encontrados para plântulas do palmito, com a parte aérea removida no presente estudo estão de acordo com Foster (1986), devido à reposição do tecido através da rebrota. Segundo McPherson e Williams (1998) e Canham e colaboradores (1999), as reservas nutritivas das sementes são importantes na recuperação das plântulas após a perda de tecido, especialmente em locais sombreados, como os locais onde o palmito se desenvolve, onde a fotossíntese é limitada.

A influência da serapilheira na germinação e no recrutamento de plântulas foi descrita por alguns autores para diferentes espécies. Segundo Baldissera (2004), a serapilheira não apresentou influência na germinação de sementes de *Euterpe precatoria* em clareiras ou em florestas. Resultado semelhante foi encontrado por Green (1999), com sementes de *Chrysophyllum* sp., pois o tamanho das sementes e a quantidade de serapilheira não tiveram efeitos significativos na germinação das sementes. Entretanto, no presente estudo a posição das sementes na serapilheira afetou a germinação. Sementes presentes abaixo da camada de serapilheira apresentaram melhor germinabilidade em comparação às sementes presentes acima da camada de serapilheira, principalmente com intensidades luminosas mais altas.

Esses resultados podem ser justificados pela sensibilidade a desidratação (reclitrância) nas sementes de palmito, relatadas por Andrade e Pereira (1997), Andrade (2001) e Martins e colaboradores (2003), e confirmadas pelos resultados apresentados na Seção 2 desta Dissertação. Sob altas intensidades de luz solar, é esperado que sementes reclitrantes sofram desidratação, diante da exposição às temperaturas mais altas e menores umidades do ar e do solo. Nesse caso, a serapilheira é importante na manutenção da umidade do solo, conforme proposto por Becerra e colaboradores (2004), principalmente para sementes grandes.

Diferentemente das sementes com grande reserva nutritiva, as sementes pequenas, em geral tolerantes a desidratação, a remoção da serapilheira aumenta a luminosidade e facilita o estabelecimento das plântulas, principalmente no período chuvoso do ano, quando comparado ao período seco (SANTOS; VÁLIO, 2002). Esses autores verificaram ainda, que o acúmulo

mensal de serapilheira apresentou fraca correlação com os fatores climáticos, e a remoção da serapilheira aumenta a luminosidade e facilita o estabelecimento das plântulas, principalmente no período chuvoso do ano, quando comparado ao período seco. Este corresponde a um período crítico devido à desidratação, e a remoção da serapilheira se torna prejudicial para sementes e plântulas.

Além disso, a serapilheira é um componente estrutural importante que pode disfarçar a presença de frutos e sementes para os predadores. Entretanto, alguns estudos do efeito da serapilheira sobre a predação de sementes demonstram resultados diferentes. Dalling e Hubbel (2002) demonstraram que em áreas sem a serapilheira em Barro Colorado, ocorreu três vezes mais recrutamento de plantas lenhosas. Já Cintra (1997) mostrou que a remoção de serapilheira aumentou a predação de sementes em uma floresta tropical no Peru.

O presente estudo aponta a necessidade de maiores pesquisas com espécies florestais que apresentam sementes com grande reserva nutritiva, para compreensão de sua dinâmica e regeneração natural. Considerando a importância do processo de germinação e do estabelecimento de plântulas, para a manutenção da formação vegetal dos ecossistemas, estudos da influência da predação de sementes e plântulas, e da deposição de serapilheira que afetam estes processos, são relevantes.

3.6 Conclusão

A germinação das sementes e a emergência de plântulas são alteradas pela remoção do endosperma, cujas respostas dependem do tamanho da semente e da porcentagem de remoção do endosperma.

As plântulas são capazes de rebrotar nova parte aérea após a sua remoção artificial, independente do estágio de desenvolvimento da plântula, porém com crescimento menor.

Além disso, a posição da semente em relação à serapilheira interfere na germinação das sementes e no estabelecimento das plântulas, principalmente sob altas intensidades de luz.

3.7 Referências

ALVAREZ-CLARE, S.; KITAJIMA, K. Physical defense traits enhance seedling survival of Neotropical tree species. *Functional Ecology* 21, p.1044–1054, 2007.

ALVAREZ-CLARE, S. ; KITAJIMA, K. Susceptibility of tree seedlings to biotic and abiotic hazards in the understory of a moist tropical forest in Panama. *Biotropica*. v. 41, n. 1, p. 47-56, 2009.

ANDRADE, A. C. S.; VENTURI, S. ; PAULILO, M. T. Efeito do tamanho das sementes de *Euterpe edulis* Mart. sobre a emergência de plântulas e crescimento inicial. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 18, n. 2, p. 225-231. 1996.

ANDRADE, A. C. S. ; PEREIRA, T. S. Comportamento de armazenamento de sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Mart). *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 32, n. 10, 1997.

_____. The effect of moisture content and temperature on longevity of heart of palm seeds (*Euterpe edulis*). *Seed Science & Technology*, v. 29, p. 171-182, 2001.

BALDISSERA, R. *Há efeitos de clareira e serrapilheira na predação de sementes de Euterpe precatoria (Arecaceae) em uma área de floresta de terra firme na Amazônia Central?* 2004. Disponível em: <http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2004/PDFs/41_final/ronei.pdf> Acesso em: 10 jan. 2011.

BARALOTO, C. ; FORGET, P.M. Seed size, seedling morphology, and response to deep shade and damage in neotropical rain forest trees. *American Journal of Botany* v. 94, n. 6, p. 901-911. 2007.

BECERRA, P. I.; CELIS-DIEZ, J. L. ; BUSTAMANTE, R. O. Effects of leaf litter and precipitation on germination and seedling survival of the endangered tree *Beilschmiedia miersii*. *Applied Vegetation Science*. v.7, p. 253-257, 2004.

BOVI, M. L. A.; GODOY-JÚNIOR, G. ; SAES, L. A. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônomo de Campinas. *Agrônomo*, v.39, n.2, p.129-174, 1987.

CANHAM, C. D. *et al.* Interspecific and intraspecific variation in tree seedling survival: effects of allocation to roots versus carbohydrate reserves. *Oecologia*, v.121, p. 1–11. 1999.

CALVI, G. P.; TERRA, G. ; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Germinação e estabelecimento de sementes de *Euterpe edulis* – MART em Floresta ombrófila densa montana do município de Miguel Pereira – RJ. *Revista Universidade Rural*. Seropédica, RJ, EDUR, v. 24, n. 1, P. 107-113. 2004.

CINTRA, R. Leaf litter effects on seed and seedling predation of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume tree *Dipteryx micrantha* in Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*. v. 13, p. 709-725. 1997.

COOMES, D. A.; GRUBB, P. J. Colonization, tolerance, competition and seed-size variation within functional groups. *Ecology and Evolution*. v.18, p. 283-291, 2003.

CONTE, R. *et al.* Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis* na floresta ombrófila densa da encosta atlântica. *In: REIS, M. S. ; REIS, A. Euterpe edulis Martius - (Palmito): biologia, conservação e manejo.* Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.106-130.

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

EDWARDS, W. E. ; GADEK, P. Multiple resprouting from diaspores and single cotyledons in the Australian tropical tree species *Idiospermum australiense*. *Journal of Tropical Ecology*, v. 18, p. 943-948, 2002.

FACELLI, J. M. Multiple indirect effects of plant litter affect the establishment of woody seedlings in old fields. *Ecology*. 75, p.1727–1735, 1994.

FIGLIOLIA, M. B. *et al.* Conservação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes embalagens e ambientes de armazenamento. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, v.41, n.1, p.355-368, 1987.

FLEIG, F. D. ; RIGO, S. M. Influência do tamanho dos frutos do palmito *Euterpe edulis* Mart. na germinação das sementes e crescimento das mudas. *Ciência Florestal*, v.8, n.1. p.35-41. 1998.

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

GREEN P. T. Seed germination in *Chrysophyllum* sp. nov., a large-seeded rainforest species in north Queensland: effects of seed size, litter depth and seed position. *Austral Ecology*, v. 24, n. 6, p. 608-613, 1999.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. *Ecologia Vegetal*. 2. ed. Porto Alegre: Ed Artmed, 2009. 592 p.

HARMS, K. E. ; DALLING, J. W., Damage and herbivory tolerance through resprouting as an advantage of large seed size in tropical trees and lianas. *Journal Tropical Ecology*. v.13, p. 617–620, 1997.

_____ ; AIZPRÚA, R. Seed damage tolerance and seedling resprouting ability of *Prioria copaifera* in Panamá. *Journal Tropical Ecology*. v. 13, p. 481-490, 1997.

_____ Damage tolerance and cotyledonary resource use in the tropical tree *Gustavia superba*. *Oikos*. v. 85, p. 257-264, 1999.

HILHORST, H. ; KARSSSEN, C. Effect of chemical environment on seed germination. *In: FENNER, M. Seeds - The ecology of regeneration in plants communities*. Cab International, Oxon, UK, 2000. p. 293–309.

HORVITZ, C. C. et al. Are plant species that need gaps for recruitment more attractive to seed-dispersing birds and ants than other species? *In: Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. Third International Symposium-Workshop on Frugivores and Seed Dispersal, São Pedro, Brasil. p. 145-159, 2002.

LABOURIAU, L. G. *A germinação das sementes*. Washington, OEA, 1983. 174 p. 1983.

_____ ; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v.48, p. 174-186, 1976.

LEISHMAN, M. R. et al. The evolutionary ecology of seed size. *In: FENNER, M. Seeds: The Ecology of Regeneration in Plants Communities*. 2. ed. Cambridge. CABI, 2000.

LIN, S. S. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmitero. *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília, v.8, n.1, p.57-66, 1988.

MACK, A. L. An advantage of large seed size: tolerating rather than succumbing to seed predators. *Biotropica*. v. 30, p. 604–608, 1998.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A. ; NAKAGAWA, J. Desiccation effects on germination and vigor of King palm seeds. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 1, p. 88–92, 2003.

MCPHERSON, K. ; WILLIAMS, K.. The role of carbohydrate reserves in the growth, resilience, and persistence of cabbage palm seedlings (*Sabal palmetto*). *Oecologia* 117: 460–468. 1998.

NODARI, R. O. et al Conservação de frutos e sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Mart.) sob diferentes condições de armazenamento. *Revista Árvore*, v. 22, n.1, p.1-10, 1998.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. ; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. *In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. ; FIGLIOLIA, M. B. Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, p. 215-274. 1993.

PIZO M. A., VON ALLMEN C. ; MORELLATO L. P. C. Seed size variation in the palm *Euterpe edulis* and the effects of seed predators on germination and seedling survival. *Acta Oecologica*. v. 29, p. 311–15, 2006.

QUEIROZ, M. H. Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmito *Euterpe edulis* Martius – Arecaceae. *Sellowia*, 49-52, p. 39-59, 2000.

REIS, A. *Dispersão de sementes de Euterpe edulis Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas – SP. p.154, 1995.

_____; KAGEYAMA, P. Y. Dispersão de sementes do palmito (*Euterpe edulis* Martius – Palmae). *Sellowia*. v. 49-52, p. 60-92, 2000.

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

SANTOS, S. L. ; VALIO, I. F. M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, n.1, p. 89-92, 2002.

SCARIOT, A. Seedling mortality by litterfall in Amazonian forest fragments. *Biotropica*. v. 32, p. 662–669, 2000.

TONETTI, E. L. ; NEGRELLE, R. R. B. Dinâmica do banco de plântulas de palmito em ambiente natural. *Scientia Agraria*. v. 2, p. 79-85, 2001.

VÁZQUEZ-YANES, P. *et al.* Light beneath the litter in a tropical forest: Effects on seed germination. *Ecology*. v. 71, p. 1952-1958. 1990.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 5 ed. Prentice-Hall, New Jersey. p. 663. 2010.

YIRDAW, E. ; LEINONEN, K. Seed germination responses of four afro-montane tree species to red/far-red ratio and temperature. *Forest Ecology and Management*. v. 168, p.53–61, 2002.

WHITMORE, T. C. *An introduction to Tropical Rain Forests*. 2 ed. New York: Oxford University Press, p. 282, 1998.