Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Processamento da polpa de frutos e qualidade fisiológica de sementes de *Euterpe edulis* Martius

Patrícia Ribeiro Cursi

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2013

Patrícia Ribeiro Cursi
Engenheira Agrônoma

Processamento da polpa de frutos e qualidade fisiológica de sementes de *Euterpe edulis* Martius

Orientador:
Prof. Dr. SILVIO MOURE CICERO

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Cursi, Patrícia Ribeiro
Processamento da polpa de frutos e qualidade fisiológica de sementes de *Euterpe edulis* Martius / Patrícia Ribeiro Cursi.- - Piracicaba, 2013.
62 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Palmiteiro 2. Juçara 3. Tolerância à secagem 4. Despolpa I. Título

CDD 634.6
C977p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos Meus Pais,

Antonio Carlos e Maria Sueli

Por todo amor, carinho, apoio, amizade e confiança

À Minha Avó Querida,

Laircе

Por toda a fé, carinho e sabedoria compartilhada

Ao Sergio,

Pelo amor, apoio e paciência,

DEDICO

Às minhas irmãs Alexandra e Natália;
Aos tios e tias Ivan, Rose e Marli;
Às primas Fernanda, Calú e Marcela.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, por proporcionar valiosa contribuição em minha formação acadêmica.

À Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, por possibilitar meu aperfeiçoamento profissional.

Ao Prof. Dr. Silvio Moure Cicero, pela orientação, ensinamentos, confiança, dedicação, amizade e pelo exemplo profissional.

À Engenheira Agrônoma Dra. Leila Martins pela amizade, incentivo, confiança, paciência e ensinamentos transmitidos.

Aos professores Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre e Júlio Marcos Filho pela amizade e aprendizado ao longo do curso.

À Engenheira Agrônoma Ms. Helena Maria Pascarin Chamma por toda a dedicação, amizade, apoio e conhecimento compartilhado durante a condução do trabalho.

Ao Engenheiro Agrônomo Dr. Francisco Guilhien Gomes Junior pela amizade, auxílio e sugestões no decorrer do trabalho.

A toda equipe de apoio do Laboratório de Análise de Sementes da ESALQ, em especial à Zezé, Adilson, João, Rafael A. Aragon Rodrigues e Hodair Luiz Banzatto Junior, pela amizade e convívio.

À coordenação do curso de pós-graduação em Fitotecnia, em especial à secretária do programa, Luciane Lopes Toledo, pelo apoio inesgotável, amizade e paciência.

À equipe da biblioteca central, em especial à Eliana Maria Garcia e Silvia Maria Zinsly, pela paciência e prontidão em ajudar com alegria.

Ao biólogo Leandro Francisco do Carmo, por todas as sugestões, apoio ao trabalho e intermediação na aquisição das sementes e por sua dedicação ao manejo sustentável da palmeira *Euterpe edulis*.

À equipe do Parque das Neblinas e Instituto Agronômico de Campinas pelas sementes cedidas para a condução da pesquisa.

Ao Departamento de Agroindústria, Alimento e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pela disponibilização da cozinha piloto, em especial à dona Amábile e Guilherme, pelo auxílio no início do trabalho.

À Maria José da Silva Nappi, tia Neide e tia Angelina, pelo grande ajuda no início do trabalho.

À toda a família Nappi pela acolhida em Piracicaba, amizade e carinho.

À todas as comunidades remanescentes de quilombo do Vale do Ribeira, ao Instituto Socioambiental – Programa Vale do Ribeira e em especial à Renata M. Barroso, que me introduziram à Mata Atlântica e despertaram meu olhar para a palmeira juçara, objeto desse estudo.

Aos amigos do laboratório: Márcio, Roberta, Cibele, Nayara, Cartiane, Marcão, Vanessa, Renê, Simone, Clíssia, pela amizade e pelos bons momentos compartilhados. Em especial à Bruna, Cris, Denis, Nathy, Rê e Victor, por todos os momentos vividos, todo o apoio, disponibilidade, amizade, pelo ombro amigo! Enfim, pela contribuição pessoal e profissional que me proporcionaram.

À toda a equipe do Laboratório Central de Sementes e Mudas/DSMM/CATI, por todo o auxílio, dedicação e paciência. Em especial agradeço à Elaine, Bia, Cidinha e Bruna, pela amizade e pelo apoio durante a execução do trabalho.

À Engenheira Agrônoma Gisele Bonacin pelas sugestões na redação do trabalho.

Às amigas de sempre, Talita Pace e Ana Carolina Balducci de Moura, por sempre estarem ao meu lado, pelos anos de dedicação à nossa amizade, mesmo a quilômetros e quilômetros de distância.

À minha irmãzinha postiça Thalita Campos Oliveira, por sempre fazer parte da minha vida, dividindo momentos bons e ruins, pela paciência e perseverança, já que parece que “Nunca acaba!”.

Aos amigos Adriana Hoffgen, Renata M. Barroso, Vinícius de Araújo Klier, Cintia M. Cavalcanti e Mauro Osmar Rufato Jr, pela amizade, incentivo, apoio, sugestões e vivência.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO 9
ABSTRACT 11
1 INTRODUÇÃO 13
2 DESENVOLVIMENTO 15
2.1 Revisão bibliográfica 15
2.1.1 O palmiteiro *Euterpe edulis* Martius 15
2.1.2 Morfologia do fruto e da semente de *Euterpe edulis* 16
2.1.3 Germinação 18
2.1.4 A produção de sementes florestais 19
2.2 Material e métodos 21
2.2.1 Obtenção do material 21
2.2.2 Despolpa 22
2.2.3 Determinação do teor de água e avaliação da qualidade fisiológica das sementes 23
2.2.3.1 Determinação do teor de água 23
2.2.3.2 Emergência de plântulas 24
2.2.3.3 Primeira contagem de emergência de plântulas 25
2.2.3.4 Velocidade de emergência de plântulas 26
2.2.3.5 Comprimento da parte aérea de plântula 26
2.2.3.6 Massa de matéria seca de plântula 26
2.2.3.7 Delineamento experimental e análise estatística - métodos de despolpa 27
2.2.4 Tolerância à secagem 27
2.2.4.1 Obtenção dos tratamentos 27
2.2.4.2 Imagens radiográficas e qualidade fisiológica 28
2.2.4.3 Delineamento experimental e análise estatística - tolerância à secagem 29
2.3 Resultados e discussão 30
2.3.1 Métodos de despolpa 30
2.3.2 Tolerância à secagem 34
2.4 Considerações Finais 54
3 CONCLUSÕES 55
REFERÊNCIAS 57

RESUMO

Processamento da polpa de frutos e qualidade fisiológica de sementes de *Euterpe edulis* Martius

Euterpe edulis Martius, conhecida popularmente por palmeira juçara, é considerada espécie chave da Mata Atlântica. A exploração predatória para o corte do palmito tem ocasionado o seu desaparecimento em regiões de ocorrência natural. Visando a proteção e reversão do quadro de extinção, projetos de desenvolvimento sustentável tem incentivado a exploração da polpa de seus frutos e a comercialização das sementes remanescentes do processo de despolpa. Contudo, não há relatos sobre a qualidade fisiológica das sementes submetidas ao processamento agroindustrial da polpa. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes métodos de despolpa dos frutos no desempenho fisiológico das sementes, possíveis danos causados ao embrião e consequências quanto à tolerância à secagem das sementes. Para tanto, frutos maduros de *Euterpe edulis* coletados manualmente de dois locais e em duas épocas distintas constituíram dois lotes. Para avaliar as consequências dos fatores de despolpa na qualidade fisiológica das sementes foram realizados tratamentos em arranjo fatorial 2x2, sendo 2 formas de pré-condicionamento dos frutos, com e sem imersão em água, e 2 métodos de despolpa, manual e mecânico, para cada lote. Para o lote 01 utilizou-se imersão em água a 40 ± 2 °C por 20 minutos e para o lote 02 foi utilizada imersão em água a 55 ± 2 °C por 20 minutos. Foram avaliadas a percentagem de emergência de plântulas, primeira contagem de emergência de plântulas, velocidade de emergência de plântulas, comprimento da parte aérea de plântula e massa de matéria seca de plântula. As sementes dos tratamentos com imersão prévia em água, despolpadas mecanicamente e sem imersão prévia, despolpadas manualmente, foram submetidas à secagem contínua, a intervalos de 3% a partir do teor de água inicial. Os tratamentos resultantes da secagem foram acompanhados por meio de imagens radiográficas e avaliados pelos mesmos parâmetros descritos anteriormente. Os métodos de despolpa com frutos imersos em água a 40 ± 2 °C por 20 minutos apresentam desempenho fisiológico superior quando comparados àqueles sem imersão prévia dos frutos. A imersão em água a 55 ± 2 °C é prejudicial e ocasiona a morte das sementes. A forma de extração da polpa, manual ou mecânica, não influencia o desempenho fisiológico das sementes. Para despolpa mecânica não há redução na percentagem de emergência de plântulas para teor de água de até 33,3% e a redução no teor de água a 16,1% é letal às sementes. A secagem das sementes despolpadas manualmente até 39,0% de água não prejudica a emergência de plântulas e teor de água inferior a 25,6% apresenta-se letal.

Palavras-chave: Palmiteiro; Juçara; Tolerância à secagem; Despolpa

ABSTRACT

Fruit processing and physiological quality of *Euterpe edulis* Martius seeds

Euterpe edulis Martius, popularly known as the Juçara palm, is considered a key species of the Atlantic Forest. Predatory exploitation to extract palm hearts has caused the disappearance of this species in its native habitat. In order to protect and reverse this extinction process, sustainable development projects have encouraged the use of the fruit pulp and commercialization of the seeds remaining after the de-pulping process. However, there are no data on the physiological quality of seeds submitted to agro-industrial de-pulp processing. The objective of this study was to evaluate the effects of different fruit de-pulping methods on seed physiological performance, on the possible damage caused to the embryo and on the consequences of drying tolerance. Mature *Euterpe edulis* fruits were manually collected from two localities at two different times, constituting two lots. A 2x2 factorial design was used to evaluate de-pulping on seed physiological quality, with 2 treatments of fruit pre-conditioning, with and without immersion in water, and two de-pulping treatments, manual and mechanical, for each lot. The seeds of lot 1 were immersed in water at 40 ± 2 °C for 20 minutes and at 55 ± 2 °C for 20 minutes for lot 2. The following parameters were evaluated: percentage seedling emergence, first emergence count, emergence speed, length of the aerial part of the seedling and seedling dry weight. The seeds from the treatment of previous water immersion and mechanical de-pulping and the treatment without previous water immersion and manual de-pulping, were continuously dried at 3% intervals starting from the initial moisture content. The resulting dried treatments were X-rayed and evaluated using the same parameters described earlier. The de-pulping methods for fruits immersed in water at 40°C for 20 minutes showed a better physiological performance compared to those without previous immersion. The immersion in water at 55 °C resulted in seed mortality. The de-pulp extraction method, whether manual or mechanical, did not affect seed physiological performance. Mechanical de-pulping showed no reduction in percentage seedling emergence for moisture content up to 33,3% but reduction in moisture content to 16,1% was lethal to seeds. Drying of manually de-pulped seeds until 39,0% moisture content did not adversely affect seedling emergence whereas a moisture content of less than 25,6% was lethal.

Keywords: Palm heart; Juçara palm; Drying tolerance; De-pulped fruits

1 INTRODUÇÃO

Euterpe edulis Martius, conhecida popularmente por “palmiteiro juçara”, é uma palmeira nativa da Floresta Tropical Atlântica do Brasil, de grande importância ecológica e socioeconômica.

Além de ser considerada espécie chave da mata atlântica por alimentar grande número de herbívoros, sua exploração comercial para a utilização do palmito comestível apresenta-se como única fonte de renda para famílias que habitam sua região de ocorrência. A pressão exercida pela exploração desordenada levou-a a constar da lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção.

Visando diminuir o processo predatório do palmiteiro juçara, organizações do terceiro setor e órgãos governamentais têm incentivado alternativas para a exploração sustentável dessa espécie, sendo a comercialização da polpa de seus frutos para uso na alimentação humana de grande potencial. Em complementação, os resíduos do processamento agroindustrial do fruto são sementes “limpas”, desprovidas de epicarpo e mesocarpo, que têm sido comercializadas para a produção de mudas em viveiros de espécies florestais nativas.

A propagação do *Euterpe edulis* se dá exclusivamente por meio de sementes. Nesse contexto, a produção de sementes de boa qualidade, considerando os aspectos genético, físico, fisiológico e sanitário, é fundamental para a obtenção de mudas sadias e vigorosas que garantam o sucesso de reflorestamentos, enriquecimento de matas nativas e cultivos comerciais.

As sementes de *Euterpe edulis* são recalcitrantes, não tolerando armazenamento por longos períodos e perdendo sua viabilidade quando submetidas à secagem e armazenamento à baixa temperatura. Porém, não há na literatura disponível estudos que esclareçam as consequências no desempenho fisiológico das sementes obtidas do processamento agroindustrial de despolpa dos frutos.

Diante do exposto, essa pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes métodos de despolpa dos frutos de *Euterpe edulis* na qualidade fisiológica das sementes, possíveis danos causados ao embrião e consequências quanto a tolerância à secagem.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 O palmiteiro *Euterpe edulis* Martius

Euterpe edulis, conhecida popularmente por palmiteiro ou palmeira juçara, é uma monocotiledônea pertencente à família Arecaceae, nativa da Floresta Tropical Atlântica do Brasil. Apresenta ampla área de ocorrência, estendendo-se desde o sul da Bahia (30 °S) até o litoral norte do Rio Grande do Sul (30 °N) (REIS; KAGEYAMA, 2000).

As palmeiras do gênero *Euterpe* são as mais comumente cultivadas para a produção de palmito, sendo a proveniente da espécie *E. edulis* completamente absorvida pelo mercado interno (REIS et al., 2000). O agronegócio do palmito apresentou crescimento expressivo ao longo dos anos e, segundo o último levantamento da produção da extração vegetal e da silvicultura, obteve incremento de 13,1% na produção, totalizando 5563 toneladas de palmito cultivado (IBGE, 2011).

O palmito de *Euterpe edulis* é um dos produtos não madeiráveis mais explorados da floresta atlântica (FANTINI; GURIES, 2007). Seus indivíduos adultos apresentam de 5 a 10m de altura podendo chegar a 30m (CARVALHO, 1993). De estipe único, é incapaz de produzir perfilhos, o que acarreta na morte da planta após o corte do palmito (TSUKAMOTO FILHO et al., 2001). Devido ao aumento da demanda pela indústria de palmito em conserva, seu alto valor econômico, facilidade de extração e comercialização, a exploração intensiva e clandestina acarretou em processo predatório (CALVI; PIÑA-RODRIGUES, 2005), que a leva a ser uma das espécies constantes da lista da flora brasileira ameaçada de extinção (BRASIL, 2008; SÃO PAULO, 2004).

Além do uso como iguaria culinária, a demanda pela polpa dos frutos, conhecida popularmente por açaí, vem ganhando espaço principalmente no mercado da região sudeste brasileira. A produção de açaí, a partir da polpa dos frutos de juçara, tem sido apontada como uma estratégia importante para a conservação desta espécie e das florestas nativas, além do potencial

socioeconômico e da segurança alimentar (NOGUEIRA; HOMMA, 1998; MAC FADDEN, 2005; SILVA FILHO, 2005), assim como o comércio de mudas em viveiros florestais visando à recuperação de áreas degradadas e composição de áreas paisagísticas.

A crescente procura para a propagação e cultivo dessa espécie faz surgir à demanda por sementes com qualidades física, fisiológica, genética e fitossanitária conhecidas, que atendam a padrões mínimos de exigência para a obtenção de mudas sadias e vigorosas.

2.1.2 Morfologia do fruto e da semente de *Euterpe edulis*

O fruto de *Euterpe edulis* é constituído por epicarpo pouco espesso e mesocarpo composto por duas camadas, uma oleaginosa e outra fibrosa. O endocarpo membranoso apresenta 0,3 mm de espessura e nele se encontram hilo e opérculo, esse último com aproximadamente 1,8 mm de diâmetro pelo qual ocorrerá a germinação. A semente encontra-se aderida ao endocarpo (ACCORSI; BARROS, 1974).

As sementes de *E. edulis* são esféricas, podendo variar de 8 a 15mm de diâmetro (PIZO; ALLMEN Von; MORELLATO, 2006; MARTINS et al., 2009; FLEIG; RIGO, 1998; ACCORSI; BARROS, 1974) e 0,35 a 1,81g de massa de matéria seca (BRANCALION; NOVEMBRE; RODRIGUES, 2011), de coloração parda-grisácea a parda-amarelada (REIS, 1995). Recém-colhidas apresentam elevado teor de água (BRANCALION; NOVEMBRE; RODRIGUES, 2011; ROBERTO; COAN; HABERMANN, 2011) e tal como evidenciado em estudos de conservação, são recalcitrantes, devido à sensibilidade à desidratação e à curta longevidade no armazenamento (BOVI; CARDOSO, 1978; DE QUEIROZ; CAVALCANTE, 1986; REIS et al., 1999; MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 2000; ANDRADE, 2001). É composta por endosperma volumoso, maciço e rígido com alto teor de reservas, sendo constituído de lipídeos, proteínas e hemicelulose (REIS, 1995). Já o embrião, muito pequeno, representa apenas 0,54% da massa total da semente e apresenta um único cotilédone proeminente, eixo hipocótilo-radícula curto e epicótilo, armazenando substâncias proteicas e lipídicas como fontes de reserva (PANZA; LÁINEZ; MALDONADO, 2004) (Figura 1).

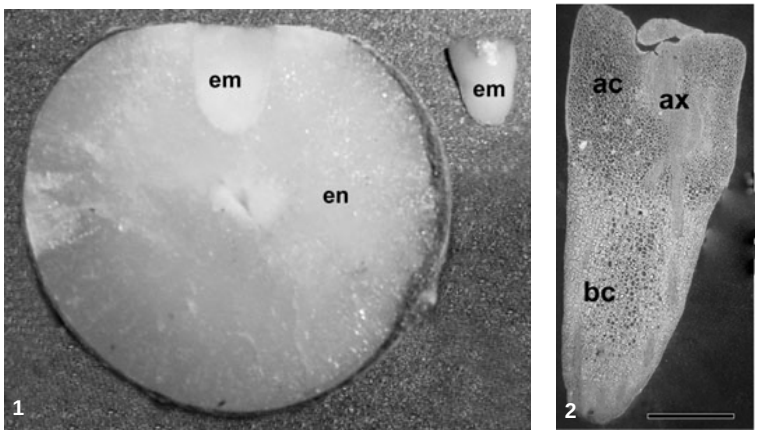

Figura 1 – Corte longitudinal de semente de *Euterpe edulis* (1) mostrando o embrião (em) e o endosperma (en). Ao lado, o embrião separado da semente. Secção longitudinal do embrião (2) indicando as regiões meristemáticas apical (ac) e basal (bc) do cotilédone e eixo embrionário (ax) (escala = 200µm). (Adaptado de PANZA; LÁINEZ; MALDONADO, 2004)

Estudando as estruturas e a composição celular de sementes de *Euterpe edulis*, Panza, Láinez e Maldonado (2004) observaram que o endosperma é constituído por células que armazenam carboidratos, principalmente mananas, sob a forma de paredes celulares espessas. Lipídeos e proteínas compõem substâncias proteicas e lipídicas localizadas no citoplasma celular. Contudo, não foi observada mobilização dessas reservas pelo embrião, constatando que essas se encontram em sua forma insolúvel e o endosperma em estado inativo antes do início do processo germinativo. Nesse mesmo estudo, Panza, Láinez e Maldonado (2004) observaram que as células do embrião caracterizam-se como altamente vacuoladas, com mitocôndrias, retículo endoplasmático rugoso e complexo de golgi bem desenvolvidos e em funcionamento, indicando pleno estádio de desenvolvimento do embrião. Essa observação concorda com o conceito já estabelecido para espécies recalcitrantes. Esse tipo de semente caracteriza-se por, em seu processo de desenvolvimento, não passar pela etapa de desidratação, ainda na planta mãe. Assim, não há uma divisão definida entre desenvolvimento e germinação (MARCOS FILHO, 2005), sugerindo que o desenvolvimento embrionário é contínuo, mesmo após o desligamento das sementes da planta.

2.1.3 Germinação

A germinação é hipógea e criptocotiledonar (OROZCO-SEGOVIA et al., 2003), isto é, seu cotilédone permanece no solo, não emerge do tegumento e permanece em seu interior até ao final do processo (BRASIL, 2009) funcionando como um órgão para a absorção de nutrientes denominado haustório. O haustório é o responsável por transferir nutrientes do endosperma para a plântula em desenvolvimento (COSTA; MARCHI, 2008).

Nessas sementes somente uma pequena porção do cotilédone emerge e aparece como uma massa de células indiferenciadas através do opérculo (depressão micropilar), denominada botão germinativo. Posteriormente, do botão germinativo emergem a raiz primária e a plúmula, envolta por uma bainha fechada. A raiz primária é diminuta e rapidamente substituída por raízes adventícias formadas a partir da base do eixo embrionário (MEEROW, 2004).

Assim como para a maioria das palmeiras, a germinação do palmiteiro *Euterpe edulis* é desuniforme e lenta (ROBERTO; COAN; HABERMANN, 2011; PEREZ, 2009; PANZA; LÁINEZ; MALDONADO, 2004; TSUKAMOTO FILHO, 1999; BOVI; CARDOSO, 1976), podendo levar de 60 a 90 dias (BOVI et al., 1992), não devido a um embrião rudimentar, mas causada por um impedimento físico que dificulta a penetração de água no seu interior (BOVI; CARDOSO, 1976). O espesso mesocarpo e rígido endocarpo poderiam atuar como uma barreira à embebição das sementes, ocasionando dormência (ROBERTO; COAN; HABERMANN, 2011).

Perez (2009) relatou que outra possível causa de dormência seria ocasionada por alguma estrutura, tal como opérculo, endosperma ou endocarpo, que limitariam o desenvolvimento do embrião, classificada como dormência fisiológica por Baskin e Baskin (2001).

A despolpa dos frutos é favorável quando consideradas velocidade e uniformidade de germinação (BOVI; GODOY-JUNIOR; SAES, 1987; NODARI et al., 1998). O despolpamento, feito após a imersão dos frutos em água por três a quatro dias, ocasionou um efeito estimulante do tratamento de pré-embebição sobre a percentagem final e velocidade de germinação (BOVI, 1990).

2.1.4 A produção de sementes florestais

Atualmente a produção de sementes florestais nativas cresce devido ao aumento da demanda por mudas visando à recuperação de áreas degradadas e preservação de áreas naturais protegidas (MORTLOCK, 2000; SMITH; SHER; GRANT, 2007).

Tal como destacado por Brancalion, Novembre e Rodrigues (2011), especialmente no Estado de São Paulo, grande número de empresas do setor agroindustrial têm realizado projetos de reflorestamento visando à obtenção de certificação ambiental e acesso a subsídios financeiros. Como reflexo do aumento dessa demanda, a produção de essências florestais nativas apresentou um incremento na produção de 13 para 33 milhões de mudas por ano entre 2003 e 2008 e em 2010, ao menos 41 milhões de mudas florestais nativas foram produzidas por 208 viveiros distribuídos pelo Estado de São Paulo (MARTINS, 2011). Além disso, o programa “Pacto pela Restauração da Mata Atlântica”, que propõe a restauração de 15 milhões de hectares desse bioma até o ano de 2050, alimentará a crescente demanda pela produção de mudas florestais nativas observada atualmente (BRANCALION; NOVEMBRE; RODRIGUES, 2011).

Grande volume da produção de sementes florestais, incluindo a produção de sementes de *Euterpe edulis*, é realizada por meio da coleta das sementes em regiões de ocorrência natural da espécie. Os coletores de sementes monitoram determinada área, dando atenção especial ao ciclo fenológico das espécies de interesse e selecionam para plantas matrizes àquelas que exibem características superiores, tal como, porte adequado, produção expressiva de sementes, resistência a pragas e doenças, dentre outras. As plantas matrizes são identificadas e monitoradas ao longo do ano. Ao iniciar o estádio de reprodução, o coletor acompanha a evolução de todo o processo até o desenvolvimento dos frutos e sementes, coletando-os quando julgar que a maior parte atingiu a maturidade fisiológica.

A palmeira *Euterpe edulis* apresenta sistema misto de reprodução, combinando autofecundações e cruzamentos, com predomínio de cruzamentos (SEOANE; SEBBENN; KAGEYAMA, 2005). Demanda de seis a nove anos de desenvolvimento vegetativo para só então dar início a fase reprodutiva (ROBERTO;

COAN; HABERMANN, 2011) e sua propagação natural se dá exclusivamente por sementes. Seu fruto caracteriza-se por uma drupa globosa, composta por epicarpo pouco espesso, liso, violáceo-escuro, com polpa encerrando a semente (REIS, 1995). A frutificação é abundante, sendo que uma planta pode produzir até 3000 frutos por inflorescência (BOVI; DIAS, 1986; BRANCALION; NOVEMBRE; RODRIGUES, 2011) e produz em média três inflorescências por ano (TSUKAMOTO FILHO, 1999).

Os frutos da palmeira juçara são colhidos quando o epicarpo apresenta coloração roxa escura, indicando o ponto de maturidade fisiológica da semente. Quando colhidos, os cachos são derriçados e segue-se à seleção manual dos frutos, na qual são retirados os frutos verdes e deteriorados. Aqueles selecionados são destinados à produção de mudas utilizando a semeadura do fruto inteiro, sem a extração da polpa que envolve a semente.

Além da coleta de frutos objetivando apenas a produção de mudas, pequenos grupos de agricultores vem explorando a comercialização da polpa dos frutos do palmiteiro. Os frutos são despolpados por uma despolpadora mecânica de frutas, a polpa segue para o processamento agroindustrial e as sementes remanescentes da despolpa são comercializadas para a produção de mudas.

A semeadura do fruto inteiro, quando comparada à da semente despolpada apresenta valores inferiores de germinação e maior tempo médio para germinar (BOVI; CARDOSO, 1976). Martins et al. (2004) verificaram que o armazenamento de frutos inteiros foi desfavorável à qualidade fisiológica das sementes em relação ao armazenamento das sementes despolpadas. Assim, o potencial de produção de sementes combinado à produção de polpa torna-se de grande interesse técnico, econômico e ambiental.

Não há na literatura estudos que relatem o desempenho fisiológico de sementes de *Euterpe edulis* provenientes de frutos submetidos ao processamento agroindustrial da polpa. Além disso, torna-se de grande interesse o conhecimento relacionado à tolerância à secagem de sementes submetidas a esse processamento, trazendo informações que subsidiarão proposições para a conservação e armazenamento adequado dessas sementes.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Obtenção do material

Frutos maduros de *Euterpe edulis* foram coletados manualmente de dois locais e em duas épocas distintas, constituindo dois lotes. O lote 01 foi coletado em 1 de dezembro de 2011 de matrizes localizadas no Parque das Neblinas, município de Mogi das Cruzes (Lat 23° 44’ 52”S, Log 46° 09’ 44”W) e o lote 02 foi coletado em 24 de maio de 2012 de matrizes localizadas no entorno da Estação Experimental do Instituto Agronômico de Campinas, localizada no município de Ubatuba (Lat 23° 24’ 38” S, Log 45° 06’ 59” W) (Figura 2). Ambos os lotes foram transportados para Piracicaba, SP, e armazenados em câmara fria a 10° C até o início dos tratamentos, por um período de 24 horas.

A pesquisa foi conduzida no período de dezembro de 2011 a maio de 2012 para o lote 01 e de maio a outubro de 2012 para o lote 02.

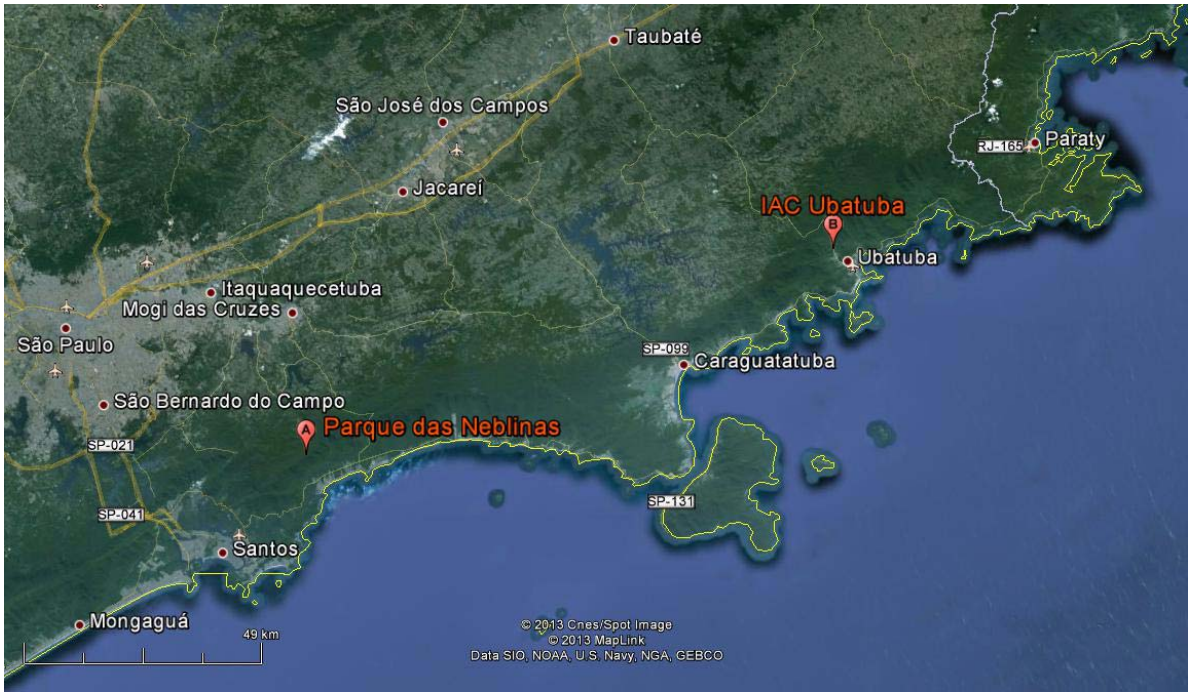

Figura 2 – Imagem de satélite indicando os pontos de coleta: A - Parque das Neblinas, município de Mogi das Cruzes; B - Estação Experimental do IAC, município de Ubatuba. Fonte: Google Earth™

2.2.2 Despolpa

O processamento dos frutos foi realizado na cozinha piloto do Departamento de Agroindústria, Alimento e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

Inicialmente foi realizada a seleção manual dos frutos maduros considerando apenas aqueles que apresentavam coloração roxa escura, característica que indica o ponto de maturidade fisiológica das sementes, e sem sintomas de doenças visíveis no epicarpo (Figura 3a). Após a seleção, foi realizada a limpeza e lavagem dos frutos em água corrente, seguida de sanitização em desinfetante para hortifrutícolas (Sumaveg®) na concentração de 200ppm por 15 minutos.

Para avaliar as consequências dos fatores de despolpa na qualidade fisiológica das sementes foram realizados tratamentos em arranjo fatorial 2x2, sendo 2 formas de pré-condicionamento das sementes, com e sem imersão em água, e 2 métodos de despolpa, manual e mecânico, para cada lote (Tabela 1 e Figura 3). Para o lote 01 utilizou-se imersão em água a 40 ± 2 °C por 20 minutos e para o lote 02 foi utilizada imersão em água a 55 ± 2 °C por 20 minutos.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos quanto ao processamento dos frutos de *Euterpe edulis* Mart

Tratamentos	Imersão em água	Método de Despolpa
01	Sim	Mecânico
02	Não	Mecânico
03	Sim	Manual
04	Não	Manual

Para a obtenção dos tratamentos referentes ao lote 01, uma parte dos frutos foi imersa em um recipiente contendo água a 40 ± 2 °C sendo mantida essa temperatura sob rígido controle por 20 minutos (Figura 3b). Após esse procedimento, metade dos frutos foram despolpados por uma despolpadora de frutas (Figura 3c) e a outra metade foi despolpada manualmente, com o auxílio de uma peneira de malha de aço, sob água corrente (Figura 3e). Para os tratamentos sem imersão prévia dos frutos em água, seguiu-se diretamente a despolpa destes, sendo uma parte despolpada mecanicamente e a outra manualmente conforme descrito anteriormente.

Para o lote 02 foi realizado o mesmo procedimento descrito anteriormente, diferindo apenas a temperatura da água de imersão que foi de 55 ± 2 °C por 20 minutos.

A polpa obtida no processamento foi descartada e as sementes colocadas em bandejas plásticas e mantidas em ambiente de laboratório, para retirada do excesso de água proveniente do processamento dos frutos, por 24 horas.

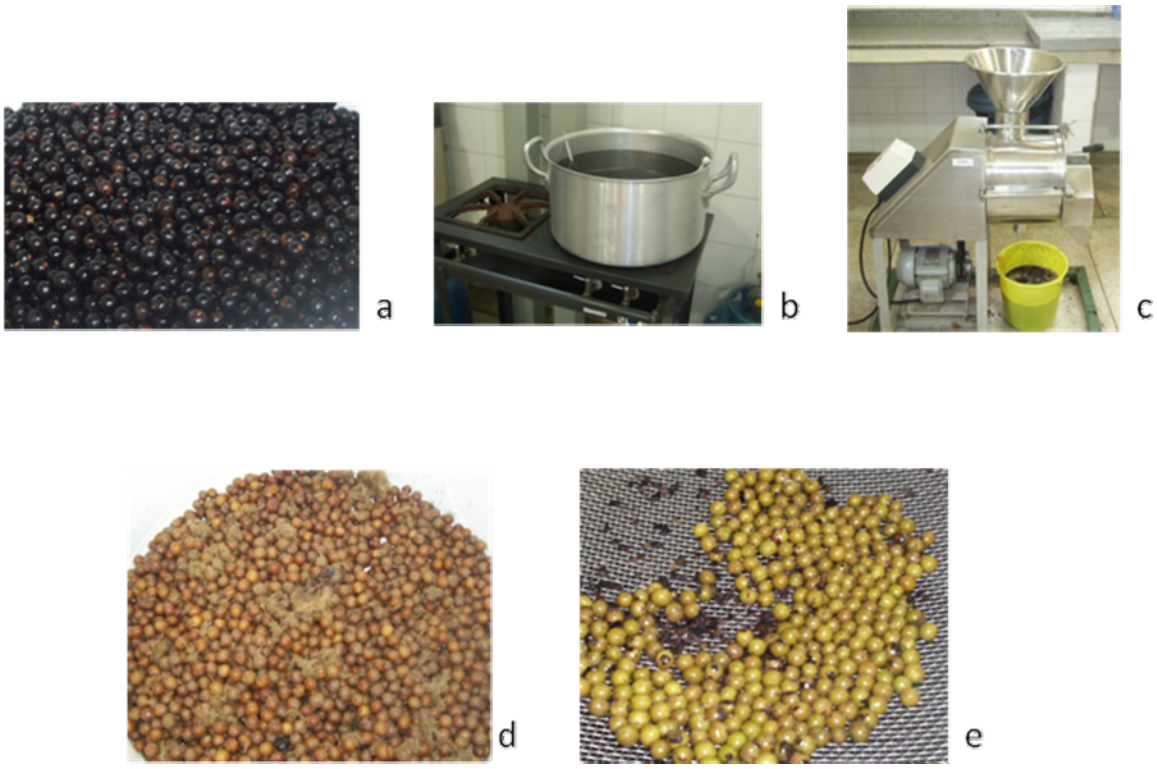

Figura 3 - Imagem das etapas de processamento: frutos selecionados maduros (a), frutos imersos em água (b), despolpadora mecânica de frutas (c), sementes obtidas da despolpa mecânica (d) e sementes obtidas de despolpa manual (e)

2.2.3 Determinação do teor de água e avaliação da qualidade fisiológica das sementes

As sementes de cada tratamento foram submetidas à determinação do teor de água e avaliação da qualidade fisiológica no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

2.2.3.1 Determinação do teor de água

Para a determinação do teor de água inicial foram utilizadas cinco repetições de 10 sementes que foram colocadas em recipientes de metal, de massa conhecida e, então, submetidas à temperatura de 105 ± 3°C por 24 horas. Após esse período, foi determinada a massa das sementes secas e então calculado o teor de água utilizando-se a eq. (1) prescrita nas Regras para Análise de Sementes. Os resultados foram expressos em percentual médio, tendo como base o peso úmido (BRASIL, 2009).

$$U\ (\%) = \frac{(P-p) \times 100}{P-tara} \qquad (1)$$

Onde:

U (%) = teor de água

P = Massa inicial das sementes, somada à massa do recipiente;

p = Massa final das sementes, somada à massa do recipiente;

tara = massa do recipiente.

2.2.3.2 Emergência de plântulas

O teste de emergência de plântulas foi conduzido com 5 repetições de 20 sementes em local desprovido de controle de temperatura e umidade relativa do ar. A semeadura foi realizada a 2 cm de profundidade em caixas plásticas (9x16x22cm) contendo vermiculita esterilizada e umedecida com conteúdo de água equivalente a 60% de sua capacidade de retenção. O substrato foi umedecido e as plântulas normais contabilizadas semanalmente até aos 90 dias, conforme prescrito pelas RAS (2009), e até aos 135 dias, período demandado para que a emergência de plântulas se estabilizasse. Foram consideradas plântulas normais aquelas que apresentaram as estruturas essenciais bem desenvolvidas para originarem uma planta normal, considerando apenas plúmulas maiores que 2 cm (Figura 4). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

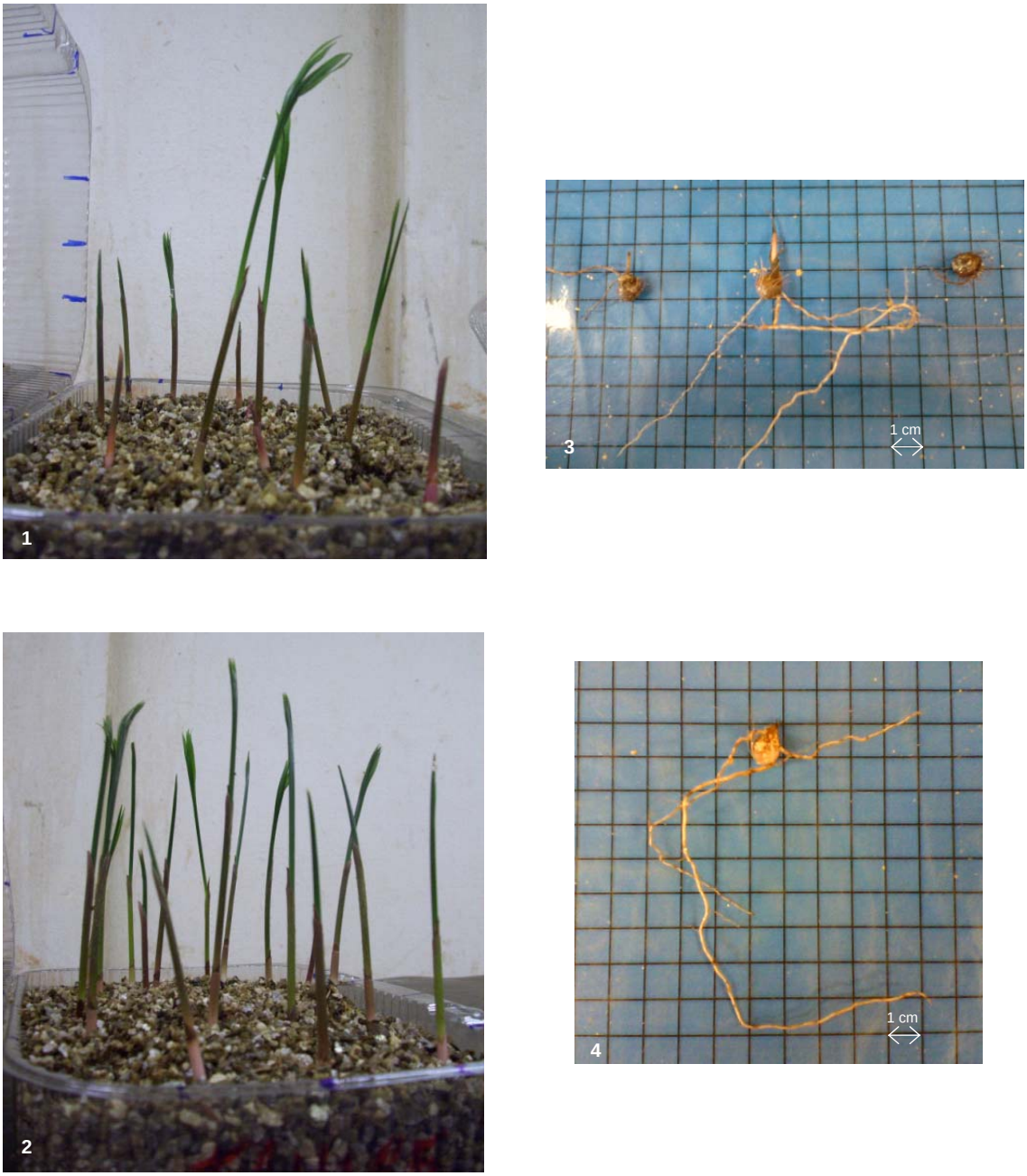

Figura 4 – Plântulas contabilizadas como normais (1 e 2) e anormais (3 e 4) no teste de emergência de plântulas

2.2.3.3 Primeira contagem de emergência de plântulas

Realizado concomitantemente ao teste de emergência de plântulas, a primeira contagem de emergência de plântulas foi realizada aos 39 dias para o lote 01 e aos 65 dias para o lote 02, quando ao menos um dos tratamentos apresentou 10% de plântulas normais emersas. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

2.2.3.4 Velocidade de emergência de plântulas

Realizada simultaneamente ao teste de emergência de plântulas e calculada a partir da contagem de plântulas normais, a cada sete dias para cada repetição, aplicando-se a equação (2) proposta por Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \frac{E_3}{N_3} + \ldots + \frac{E_n}{N_n} \qquad (2)$$

onde:

IVE – índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, \ldots, E_n$ – número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem da emergência de plântulas; e

$N_1, N_2, \ldots, N_n$ – número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem de emergência de plântulas.

2.2.3.5 Comprimento da parte aérea de plântula

Ao final do teste de emergência, as plântulas normais foram removidas do substrato e o comprimento da parte aérea (distância do nó cotiledonar à extremidade da primeira folha) mensurado por meio de uma régua graduada em mm. Os resultados foram expressos em milímetros (NAKAGAWA, 1999).

2.2.3.6 Massa de matéria seca de plântula

Ao final de cada teste de emergência, as plântulas normais, separadas do restante da semente, foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 70°C por 48 horas previamente às pesagens. A massa de matéria seca foi expressa em gramas.

2.2.3.7 Delineamento experimental e análise estatística - métodos de despolpa

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições de 20 sementes. A análise de variância foi realizada separadamente para cada teste, em arranjo fatorial 2 x 2 (despolpa manual e mecânica, com e sem imersão prévia em água). A comparação entre as médias dos tratamentos foi efetuada por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAS, versão 9.1. Os dados de primeira contagem de emergência de plântulas foram transformados em Log (x+1) por não apresentarem distribuição normal.

2.2.4 Tolerância à secagem

Para as sementes provenientes dos tratamentos 01 e 04 de ambos os lotes foi realizado o teste de tolerância à secagem.

2.2.4.1 Obtenção dos tratamentos

As sementes de cada tratamento foram divididas inicialmente em subamostras correspondentes aos teores de água desejados, sendo cinco repetições para cada, e acondicionadas em sacos de filó. As subamostras foram distribuídas no interior da estufa em camada única e submetidas à secagem ininterrupta à temperatura constante de 30 ± 2 °C com circulação forçada de ar (Figura 5). Amostras controle, com massa seca inicial estimada (eq. 3) foram distribuídas aleatoriamente na estufa e por meio do monitoramento de sua massa calculou-se a massa final (eq. 4) de acordo com o teor de água desejado para as subamostras que foram retiradas a intervalos de 3% a partir do teor de água inicial.

$$MS = \left(\frac{100 - U_i}{100}\right) * M_i \qquad (3)$$

onde:

MS = Matéria seca;

U_i = Umidade inicial; e

M_i = Massa inicial.

$$Mf = \left(\frac{100 * MS}{100 - Uf}\right) \quad (4)$$

onde:

M_f = Massa final desejada;

MS = Massa seca; e

U_f = Umidade desejada.

Para todos os teores de água estimados durante a secagem foi determinado o teor de água real pelo método da estufa, a 105 ± 3 °C por 24 horas, utilizando-se duas repetições de 10 sementes. Os resultados foram expressos pelo percentual médio e os cálculos realizados tendo como base o peso úmido (BRASIL, 2009).

Figura 5 – Amostras de sementes na estufa dispostas em camada única. Cada saquinho de filó representa uma repetição

2.2.4.2 Imagens radiográficas e qualidade fisiológica

As sementes de cada tratamento foram submetidas à tomada de imagens de raios X no Laboratório de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

Para cada teor de água foram obtidas imagens radiográficas utilizando equipamento digital Faxitron X-ray, modelo MX-20, acoplado ao computador Core 2 Duo (3.16 GHz, 2 GB de memória RAM, Hard Disk de 160 GB) e monitor MultiSync LCD1990SX de 17 polegadas. As sementes foram distribuídas em lâminas plásticas e numeradas de acordo com a posição ocupada, possibilitando sua identificação para realização das determinações posteriores. Foram realizados testes de

emergência de plântulas, primeira contagem de emergência de plântulas, velocidade de emergência de plântulas, comprimento de parte aérea de plântula e massa de matéria seca de plântula, adotando-se a mesma metodologia e critérios descritos anteriormente.

2.2.4.3 Delineamento experimental e análise estatística - tolerância à secagem

O delineamento experimental utilizado para todos os tratamentos foi o inteiramente casualizado e a comparação das médias para cada teor de água foi realizada por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAS versão 9.1.

A curva de secagem foi obtida por meio de análise de regressão utilizando o software Microsoft Office Excel versão 2007.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Métodos de despolpa

O desempenho fisiológico das sementes para cada método de despolpa é apresentado na tabela 2. O teor de água inicial das sementes variou de 43,0 a 45,0% para o lote 01 e de 45,9 a 46,7% para o lote 02, entre os tratamentos.

Tabela 2 – Resultados obtidos para teor de água, emergência de plântulas aos 90 dias (E 1) e aos 135 dias (E 2), velocidade de emergência de plântulas aos 90 dias (IVE 1) e aos 135 dias (IVE 2), primeira contagem de emergência de plântulas (PC), comprimento da parte aérea de plântula (CPA) e massa de matéria seca de plântula (MS) para os tratamentos de despolpa aplicados a frutos de *Euterpe edulis*

		Lote 01		Lote 02	
Parâmetros	Despolpa	Com Imersão (40°C/20')	Sem imersão	Com Imersão (55°C/20')	Sem imersão
Teor de água (%)	Mecânica	44,6	45,0	46,2	46,7
	Manual	43,0	45,0	46,5	45,9
E 1 (%)	Mecânica	91 aA[1]	72 aB	0 aA	72 aB
	Manual	86 aA	72 aB	0 aA	71 aB
E 2 (%)	Mecânica	96 aA	88 aB	0 aA	82 aB
	Manual	96 aA	91 aB	0 aA	72 aB
IVE 1	Mecânica	1,658 aA	1,100 aB	0 aA	1,04 aB
	Manual	1,476 aA	1,146 aB	0 aA	0,95 aB
IVE 2	Mecânica	1,700 aA	1,214 aB	0 aA	1,125 aB
	Manual	1,560 aA	1,300 aB	0 aA	1,906 aB
PC (%)	Mecânica	18 aA	2 aB	0 aA	10 aB
	Manual	8 aA	1 aB	0 aA	5 aB
CPA (mm)	Mecânica	20,06 aA	17,12 aB	0 aA	14,67 aB
	Manual	19,70 aA	17,27 aB	0 aA	14,75 aB
MS (g)	Mecânica	3,21 aA	2,60 aB	0 aA	2,01 aB
	Manual	3,19 aA	2,60 aB	0 aA	1,77 aB

[1]Para cada característica avaliada, médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As médias apresentadas são dos dados originais. Os dados de primeira contagem de emergência de plântulas foram transformados em log (x+1) por não apresentarem distribuição normal.

Ao analisar os dados observa-se que o impacto mecânico provocado pela despolpadora de frutas não causou danos ao embrião. A comparação de médias entre os métodos de despolpa, manual e mecânico, não apresentou diferença significativa para os dois lotes avaliados (Tabela 2). O endosperma, maciço e rígido, foi capaz de proteger o embrião, de pequeno volume, evidenciando que a extração

da polpa de forma mecânica ou manualmente não provoca efeito prejudicial ao embrião.

A despolpa mecânica para a remoção de partes do fruto já havia sido recomendada para outros gêneros da família Arecaceae (MEEROW, 2004; MARCUS; BANKS, 1999) com o objetivo de acelerar e uniformizar o processo germinativo.

Os resultados obtidos mostram que para o lote 01, independentemente do método de despolpa, manual ou mecânico, as sementes dos tratamentos que utilizaram frutos imersos em água a 40 °C por 20 minutos apresentaram desempenho fisiológico superior àquelas no qual os frutos foram despolpados sem imersão prévia. Esse fato foi observado para todos os parâmetros avaliados. Já para o lote 02, no qual os frutos foram imersos em água a 55 °C por 20 minutos, a temperatura de imersão foi letal para as sementes.

O desempenho superior constatado para as sementes do lote 01 provenientes dos tratamentos nos quais os frutos foram imersos em água a 40 °C aponta que esse procedimento favoreceu a qualidade fisiológica das sementes de *E. edulis*, ocasionando incremento de 19% e 14% na percentagem de emergência de plântulas, para cada tipo de despolpa, mecânica e manual, respectivamente, aos 90 dias após a instalação do teste. Já para a contagem final, realizada aos 135 dias, esse incremento foi de 8% para a despolpa mecânica e de 5% para a despolpa manual. Da mesma maneira, as diferenças observadas para a velocidade de emergência de plântulas foram mais acentuadas aos 90 dias do que aos 135 dias. Assim, apesar de haver um incremento na percentagem de emergência de plântulas aos 135 dias, a avaliação realizada aos 90 dias foi suficiente para detectar as diferenças no desempenho fisiológico entre os tratamentos, confirmando o tempo de avaliação prescrito pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Além disso, para a primeira contagem de emergência de plântulas, realizada aos 39 dias após a instalação do teste, foi possível constatar uma diferença de até 16% entre os tratamentos com e sem imersão prévia para o lote 01. Assim, observa-se que as diferenças no vigor para cada tratamento foram mais evidentes no início dos testes até aos 90 dias, sendo atenuadas com o passar do tempo.

A germinação lenta das sementes dessa palmeira se deve a um impedimento físico que dificulta a penetração de água em seu interior (BOVI; CARDOSO, 1976; MULLETT; BEARDSELL; KING, 1981; ROBERTO; COAN; HABERMANN, 2011). O

fruto do palmiteiro apresenta, quando maduro, uma semente completamente formada e apta a iniciar o processo germinativo. O embrião, embora pequeno, está plenamente desenvolvido e os dois únicos impedimentos à germinação são a polpa do fruto e a presença de um opérculo seroso que dificulta a penetração de água no interior da semente. A polpa oleaginosa, mantida ao redor do endocarpo fibroso que reveste a semente, contribui para a diminuição da velocidade de germinação e por ser um substrato rico para o desenvolvimento de microorganismos, afeta a percentagem final de emergência de plântulas (BOVI, 1990).

Bovi et al. (1976), constataram que uma leve escarificação no poro germinativo ocasionou aumento da percentagem de sementes germinadas. Nesse mesmo estudo observou-se que frutos imersos em água à temperatura ambiente por um período de três dias e que tiveram sua polpa removida manualmente, apresentaram sementes com desempenho superior àquelas não despolpadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Bovi, Godoy-Junior e Saes (1987) e Nodari et al.(1998) para as espécies *E. oeracea* e *E. edulis* em que frutos despolpados apresentaram melhora na velocidade e uniformidade de germinação.

Os tratamentos que incluíam a imersão prévia dos frutos em água a 40 °C por 20 minutos apresentaram diferenças de 2,94 e 2,43 cm para o comprimento da parte aérea de plântula e de 0,61 e 0,59 g para a massa de matéria seca de plântula, dentro de cada tipo de despolpa, mecânica e manual, respectivamente, evidenciando o efeito benéfico que a imersão proporcionou para as sementes do lote 01.

Avaliando as consequências da pré-embebição em temperatura ambiente, por um período de 3 dias, Bovi (1990) observou efeito prejudicial em frutos devido à facilidade de desenvolvimento de microorganismos fitopatogênicos que a alta umidade da polpa propicia, podendo afetar a semente. Após a pré-embebição dos frutos, faz-se necessária a remoção da polpa e semeadura apenas das sementes “limpas” para que se obtenham melhores resultados. Da mesma maneira, a pré-embebição das sementes já desprovidas da polpa oleaginosa, por dois dias, mostrou efeito benéfico sobre a percentagem final de germinação.

Assim, para os tratamentos 01 e 03, a imersão dos frutos em água, além de tornar a extração tanto manual quanto mecânica da polpa mais eficiente, pode ter facilitado a entrada de água através do poro germinativo. A temperatura de 40 °C no momento da imersão pode ter favorecido o processo de embebição devido a uma

possível alteração na permeabilidade do opérculo ocasionada por mudanças das propriedades físicas de sua camada serosa.

Já para as sementes obtidas dos frutos imersos em água a 55 °C por 20 minutos, a imersão não foi favorável ao desempenho fisiológico. Essa temperatura pode ser considerada alta para essa espécie e ocasionou a morte das sementes submetidas a esse tratamento. As sementes do mesmo lote que não foram submetidas à imersão apresentaram desempenho superior àquelas imersas para todos os parâmetros avaliados.

Costa e Marchi (2008) propuseram que a hidratação das sementes associada a altas temperaturas teria efeito benéfico sobre a germinação de sementes de palmeiras. A imersão de sementes de espécies dos gêneros *Acrocomia* e *Astrocaryum* em banho-maria a 65 e 70 °C, por 2 a 3 semanas foi favorável à germinação (LOOMIS, 1958). Porém, como o observado nesse estudo, para *Euterpe edulis* a temperatura de imersão de 55 °C foi prejudicial.

Wolkers et al. (1998) relataram que há uma relação direta entre a temperatura de desnaturação de proteínas e a tolerância à secagem em sementes. Estudos com a espécie *Arabdopsis thaliana* mostram que para a espécie selvagem, tolerante à secagem, as proteínas não desnaturaram quando submetidas até 150 °C. Já para mutantes sensíveis à secagem houve redução na temperatura de desnaturação de proteínas para valores entre 68 a 87 °C.

Considerando que as sementes de *Euterpe edulis* são altamente sensíveis à perda de água, é possível supor que a temperatura de 55 °C a qual os frutos foram submetidos pode ter ocasionado a desnaturação de proteínas essenciais à germinação, justificando a morte das sementes observada para esse tratamento.

Apesar do teste de comparação de médias não considerar diferença significativa entre despolpa mecânica e manual para ambos os lotes, observa-se um desempenho ligeiramente superior daquele no qual se utilizou a despolpadora de frutas quando comparado a despolpa manual. Isto pode ser explicado pelo fato de que além da extração da polpa, o impacto das hélices no fruto retira a camada fibrosa do mesocarpo que dificultaria a germinação, enquanto que ao friccionar os frutos contra a peneira de malha de aço, a despolpa manual consegue desprender apenas a porção oleaginosa do fruto. Essas fibras, chamadas de monostelos, permanecem aderidas à semente, atuando possivelmente como uma barreira física à germinação.

2.3.2 Tolerância à secagem

A metodologia utilizada para que a secagem resultasse em sementes com os teores de água desejados mostrou-se eficiente para quase todos os tratamentos. Para o lote 01 a maior variação foi observada no tratamento 01, para o teor de água de 18,6% e que deveria ser de 20,9%, e no tratamento 04, para o teor de água de 22,4% e que deveria ser de 23,9%. Portanto, as diferenças máximas entre o teor de água estimado e o calculado após a secagem foram inferiores a 2,4 pontos percentuais. Já para o lote 02, a maior variação se deu no tratamento 04, em que o teor de água desejado era de 15,5% e o teor de água real foi de 10,1%, apresentando uma diferença de 5,4 pontos abaixo do esperado. Para o tratamento 01 desse mesmo lote a maior diferença foi de 3,6 pontos percentuais para o teor de água de 20,9% e que deveria ser de 24,5%.

Considerando o teor de água inicial de 44,9%, para ambos os tratamentos do lote 01, o tempo necessário para a secagem das sementes de *Euterpe edulis* totalizou 286 e 344 horas, sendo alcançado o teor de água final de 8,8 e 8,1%, para os tratamentos 01 e 04, respectivamente (Figura 6).

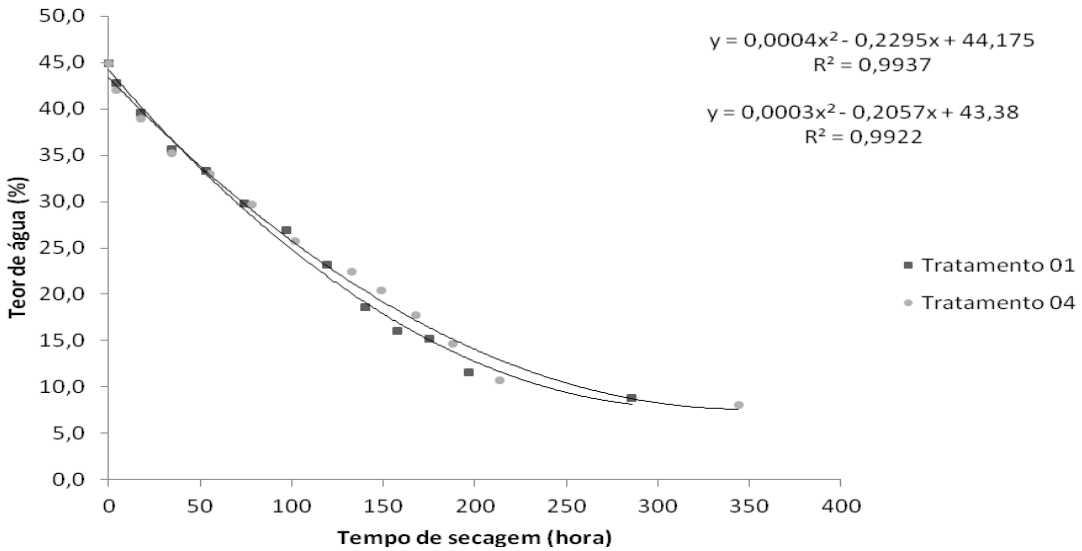

Figura 6 - Redução do teor de água de sementes de *Euterpe edulis*, obtidas de diferentes métodos de despolpa, em função do tempo de secagem a 30 ± 2°C, para o lote 01.

A curva de secagem do lote 02 para os tratamentos 01 e 04 é apresentada na figura 7. Observa-se que para o tratamento 01, com teor de água inicial de 46,2%,

foram necessárias 362 horas para que se alcançasse 13,6% de água, enquanto que para o tratamento 04, o tempo de 362 horas reduziu o teor de água a 10,1%, partindo do teor de água inicial de 45,9%.

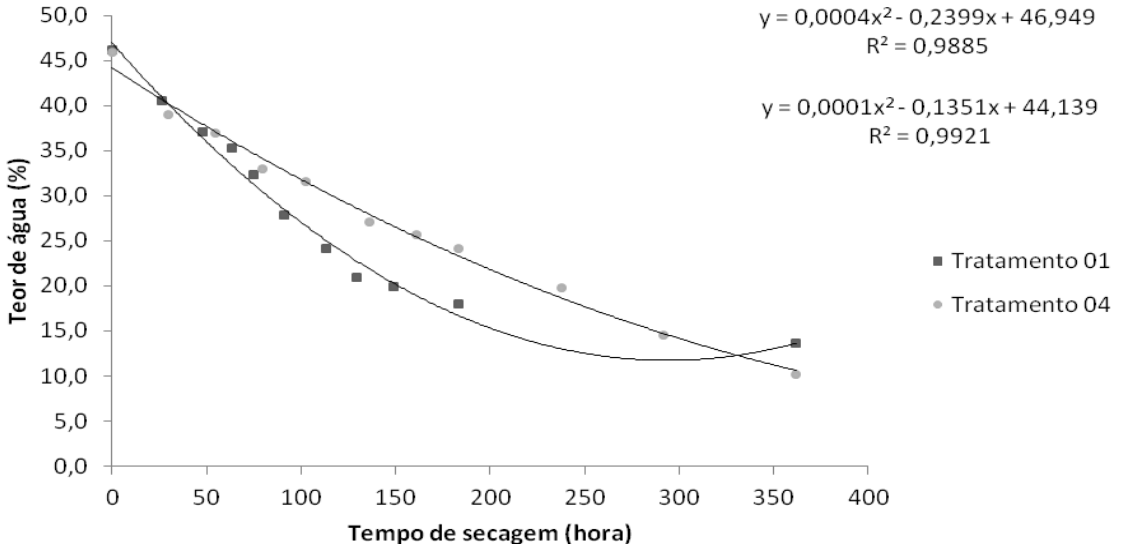

Figura 7 - Redução do teor de água de sementes de *Euterpe edulis*, obtidas de diferentes métodos de despolpa, em função do tempo de secagem a 30 ± 2°C, para o lote 02.

Assim, para a espécie estudada, a secagem é considerada lenta (PAMMENTER et al., 1998). Ao comparar a secagem lenta e secagem rápida, Panza (2007) constatou que a rápida estabeleceu de forma mais clara o teor de água crítico para a espécie em estudo. De acordo com Pammenter et al. (1998), a secagem lenta não é adequada para sementes recalcitrantes e pode danificar a estrutura das membranas. Porém, independentemente do período de secagem, as sementes recalcitrantes não sobrevivem quando secas abaixo de certos limites, em geral mais elevados do que os observados para a sobrevivência de espécies ortodoxas (MARCOS FILHO, 2005).

Durante a maior parte do período de secagem, apesar de próximos, os resultados do tratamento 04 tenderam a apresentar teor de água superior, demandando período de secagem maior quando comparado ao tratamento 01. Uma possível explicação para o fato observado seria a resistência à perda de água oferecida pela camada fibrosa do mesocarpo presente nas sementes do tratamento 04, que não é removida pela despolpa manual. Sendo assim, para o tratamento 04, a velocidade de secagem e o tempo necessário para alcançar os teores de água desejados foram mais lentos do que o tratamento 01.

Por meio das imagens radiográficas observa-se embrião e endosperma, não sendo possível distinguir as partes do embrião. Com a evolução do processo de secagem foi possível acompanhar a redução do volume ocupado pelo embrião dentro da cavidade embrionária (Figuras 8, 9, 10, 11,13 e 14).

Ao observar as imagens é possível relacionar o preenchimento da cavidade embrionária ao desempenho fisiológico das sementes, avaliado por meio da taxa de emergência de plântulas, primeira contagem de emergência de plântulas, velocidade de emergência de plântulas, comprimento da parte aérea de plântula e massa de matéria seca de plântula (Tabelas 3, 4, 5 e 6). Ao relacionar as imagens aos resultados dos testes avaliados observa-se que os tratamentos que apresentaram maior número de embriões ocupando toda ou a maior parte da área da cavidade embrionária correspondem àqueles que obtiveram melhor desempenho fisiológico.

Desta maneira, para o teor de água inicial, com alta percentagem de emergência de plântulas, a cavidade embrionária apresentou-se completamente preenchida enquanto que menores teores de água ocasionaram diminuição do volume do embrião, aparecimento de espaços vazios e aumento da percentagem de sementes mortas para os tratamentos 01 e 04 do lote 01 e para o tratamento 04 do lote 02.

Para o tratamento 01 do lote 02, no qual os frutos foram imersos em água a 55 °C por 20 minutos observou-se que mesmo para os teores de água iniciais o embrião não ocupou toda a cavidade embrionária, apresentando volume reduzido quando comparado aos outros tratamentos, originando sementes mortas para todos os teores de água avaliados (Figura 12). A desnaturação de proteínas provocada pela alta temperatura pode ter ocasionado a desorganização e colapso de membranas resultando na morte do embrião, constatada pelos testes de avaliação do desempenho fisiológico dos diferentes métodos de despolpa (Tabela 2) e confirmada pelas imagens radiográficas (Figura 12).

A secagem progressiva das sementes intensificou o processo de deterioração, evidenciado pela redução da percentagem de plântulas emersas, primeira contagem de emergência de plântulas, velocidade de emergência de plântulas, comprimento da parte aérea de plântula e massa de matéria seca de plântula, para os tratamentos estudados (Figuras 15 a 17), exceto para o tratamento 01 do lote 02 que teve seu desempenho anulado devido à alta temperatura de imersão utilizada.

As sementes apresentaram redução significativa na percentagem de emergência entre os intervalos de 33,3 a 39% de água. Já o teor de água letal às sementes situou-se entre 16,1 a 24,1% (Figuras 15 a 17 e Tabelas 3 a 5).

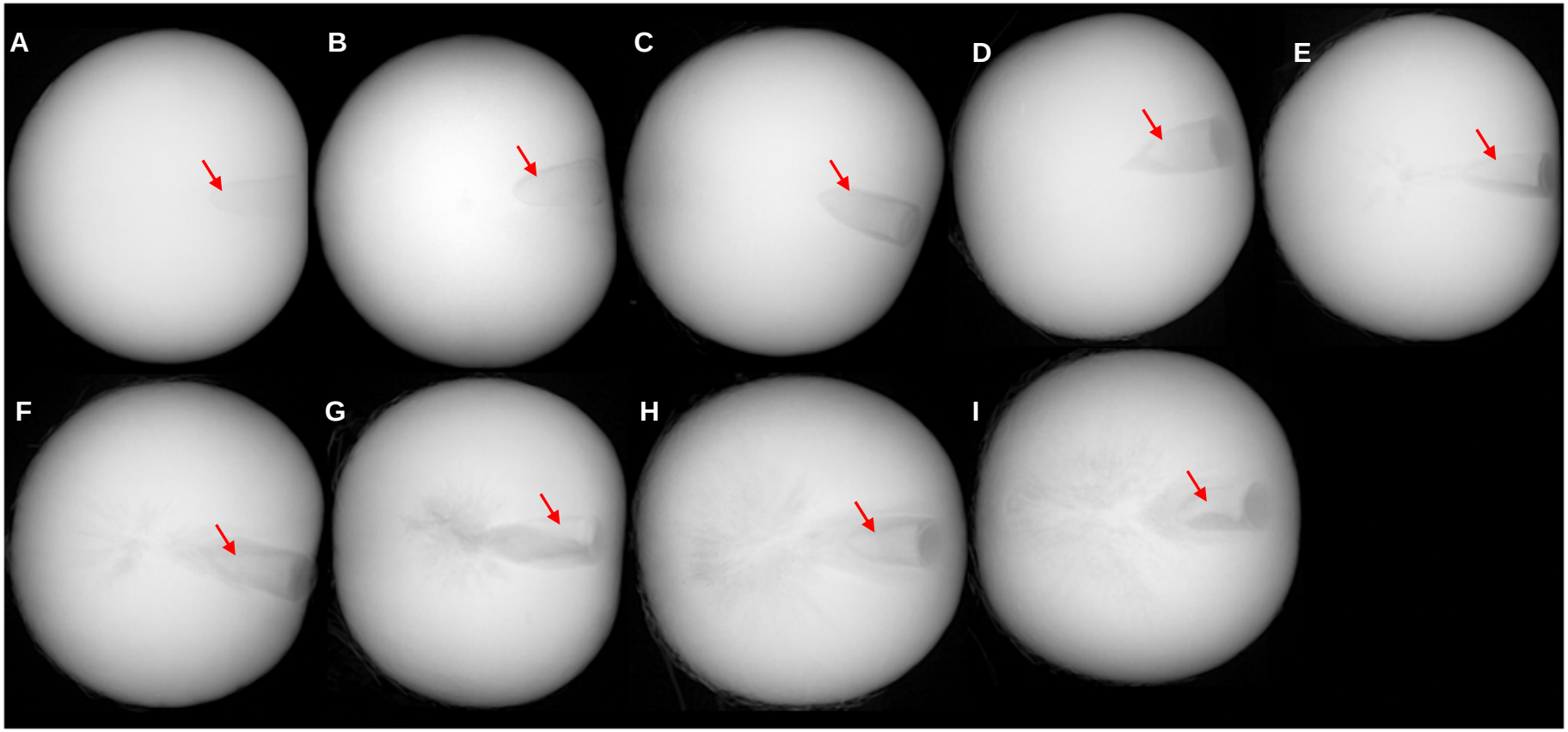

Figura 8 - Imagens radiográficas de sementes do lote 01 provenientes da despolpa mecânica de frutos imersos em água a 40 °C por 20 minutos (tratamento 01) que deram origem a plântulas normais. As setas indicam o embrião na cavidade embrionária completamente preenchida pelo embrião para o teor de água de 44,9% (A) e a redução no volume do embrião para os teores de água de 42,7, 39,6, 35,7, 33,3, 29,8, 27,0 23,2 e 18,6% nas imagens B, C, D, E, F, G, H e I, respectivamente. Para teor de água inferior a 18,6% não houve emergência de plântulas normais

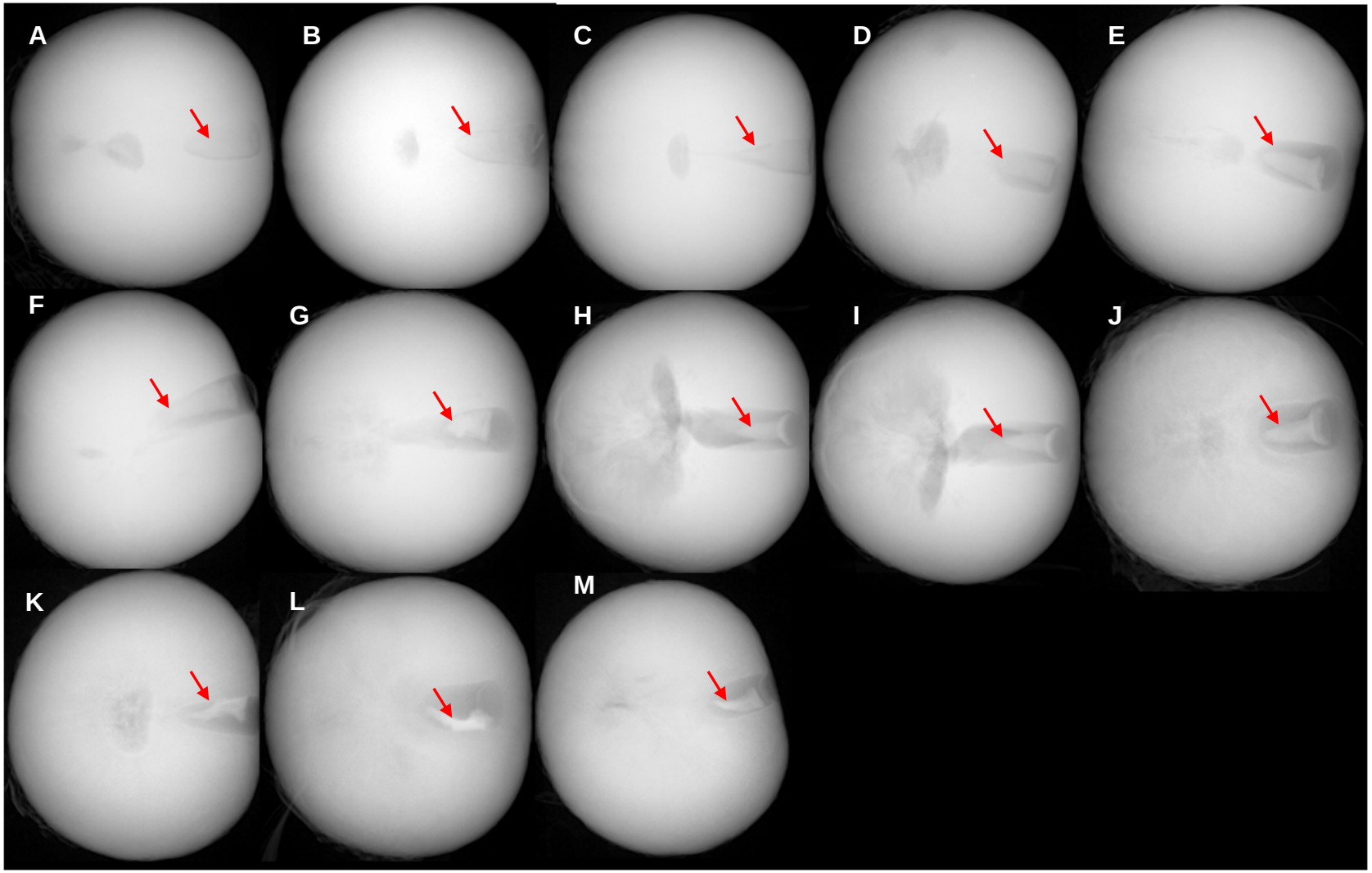

Figura 9 - Imagens radiográficas de sementes mortas provenientes do lote 01, tratamento 01 (despolpa mecânica de frutos imersos em água a 40 °C por 20 minutos). As setas apontam o embrião. Teores de água de 44,9, 42,7, 39,6, 35,7, 33,3, 29,8, 27,0 23,2, 18,6, 16,1, 15,2, 11,5 e 8,8% nas imagens A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L e M, respectivamente

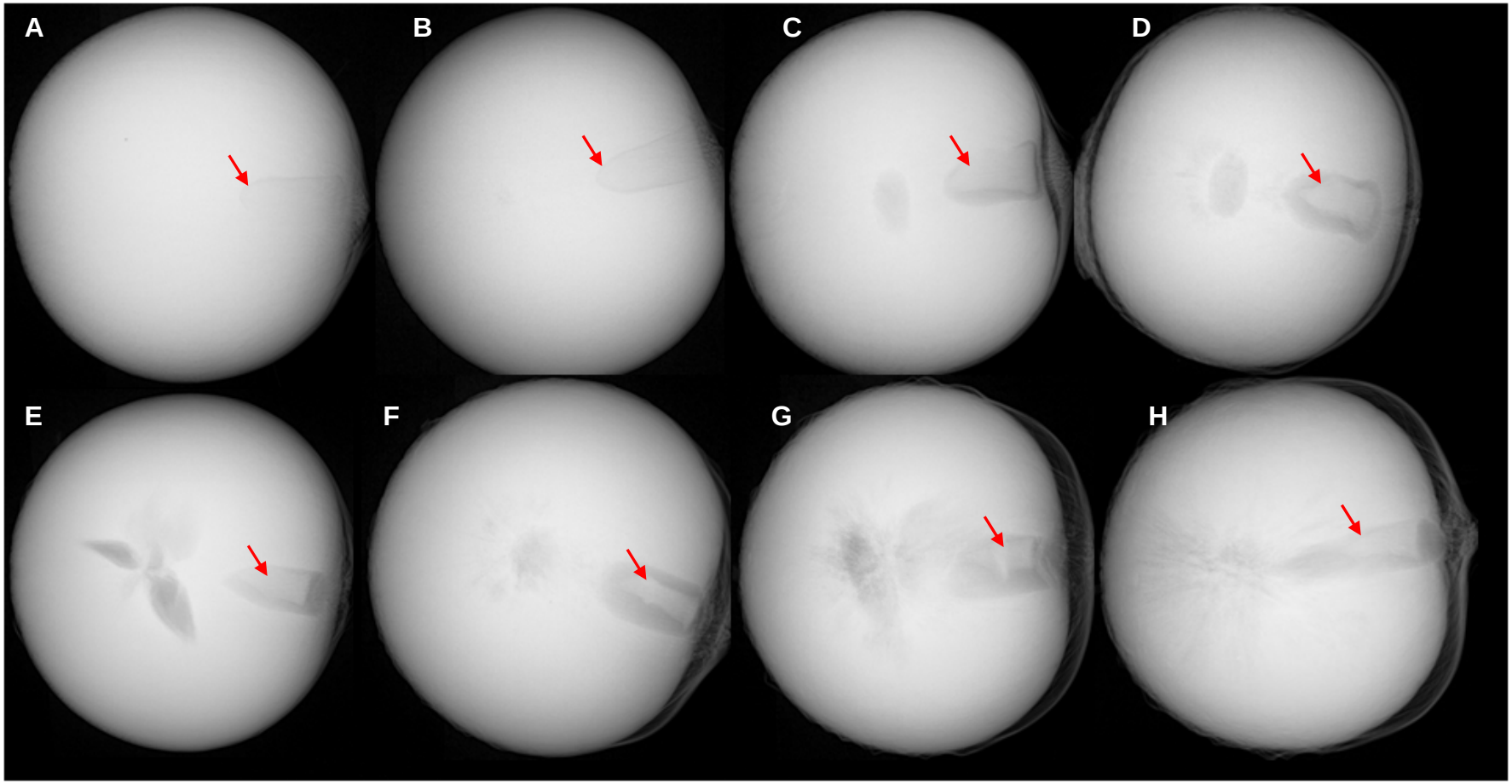

Figura 10 - Imagens radiográficas de sementes do lote 01 provenientes da despolpa manual de frutos não submetidos à imersão prévia em água (tratamento 04) que deram origem a plântulas normais. As setas indicam a cavidade embrionária completamente preenchida pelo embrião para o teor de água de 44,9% (A) e o embrião ocupando menor volume para os teores de água de 42,0, 39,0, 35,3, 33,0, 28,7, 25,8 e 22,4% nas imagens B, C, D, E, F, G e H. Para teor de água inferior a 22,4% não houve emergência de plântulas normais

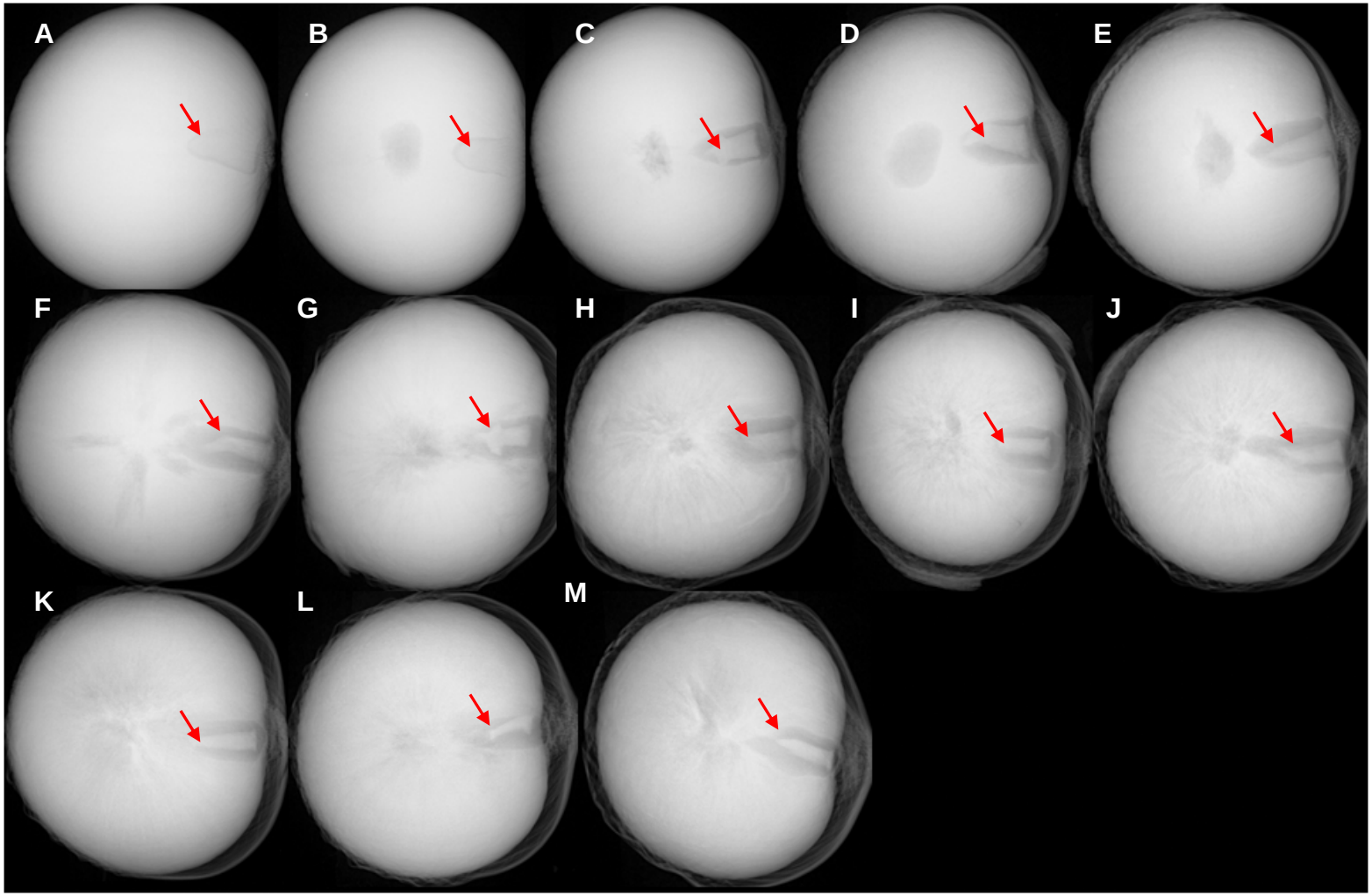

Figura 11 - Imagens radiográficas de sementes mortas do lote 01 provenientes da despolpa manual de frutos não submetidos à imersão prévia em água (tratamento 04). As setas o embrião. Teores de água de 44,9, 42,0, 39,0, 35,3, 33,0, 28,7, 25,8, 22,4, 20,4, 17,7, 14,7, 10,8 e 8,1% nas imagens A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L e M, respectivamente

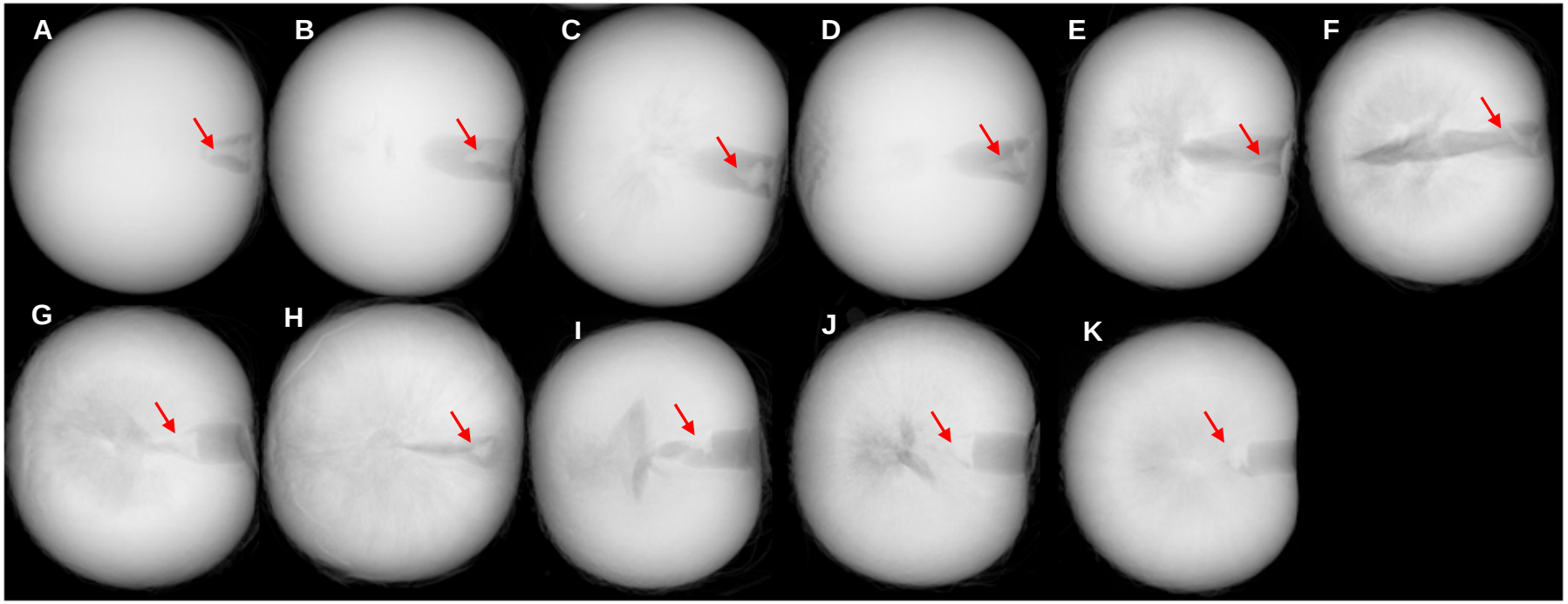

Figura 12 – Imagens radiográficas de sementes do lote 02 submetidas à imersão a 55 °C por 20 minutos que resultaram em sementes mortas correspondentes aos teores de água de 46,2, 40,5, 37,0 35,3, 32,3, 27,8, 24,2, 20,9, 19,9, 18,0 e 13,6 % para as sementes A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e K respectivamente. As setas indicam o embrião

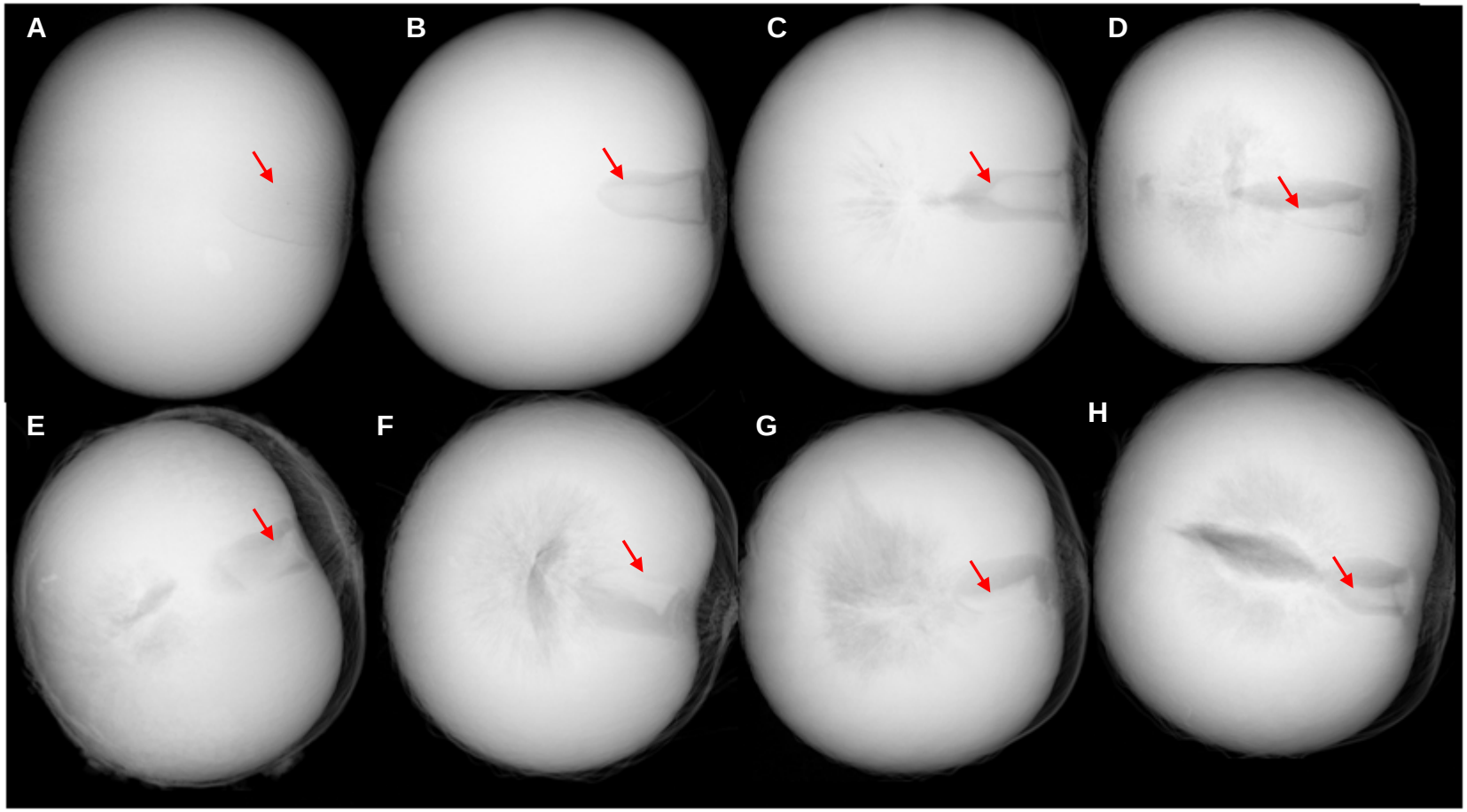

Figura 13 – Imagens radiográficas de sementes do lote 02 submetidas à despolpa manual, sem imersão prévia em água, que originaram plântulas normais. As setas indicam a cavidade embrionária completamente preenchida pelo embrião para o teor de água de 45,9% (A) e o embrião ocupando menor volume para os teores de água de 38,9, 37,0, 33,0, 31,6, 27,1, 25,6 e 24,1 % nas imagens B, C, D, E, F, G e H, respectivamente. Para teor de água inferior a 24,1 % não houve emergência de plântulas normais

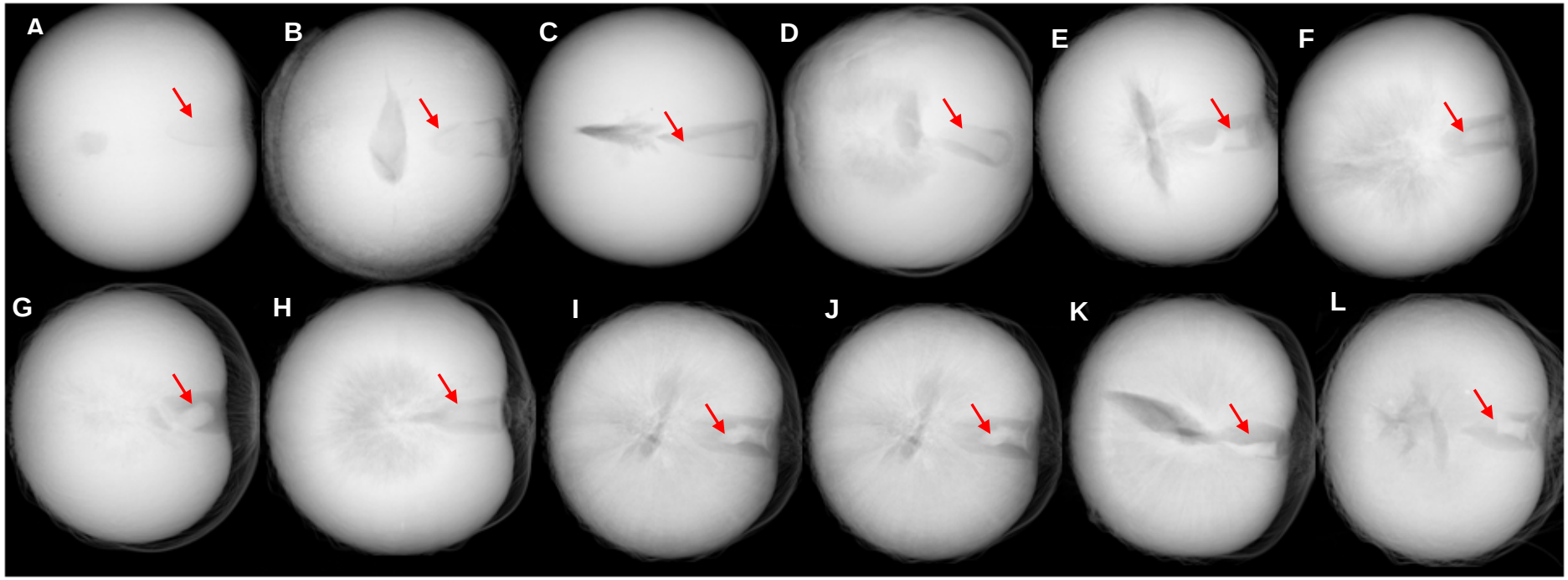

Figura 14 - Imagens radiográficas de sementes mortas do lote 02, provenientes da despolpa manual de frutos não submetidos à imersão prévia em água. As setas apontam para o embrião. Teores de água de 45,9, 38,9, 37,0, 33,0, 31,6, 27,1, 25,6, 24,1, 19,8, 14,6 e 10,1 % nas imagens A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L, respectivamente

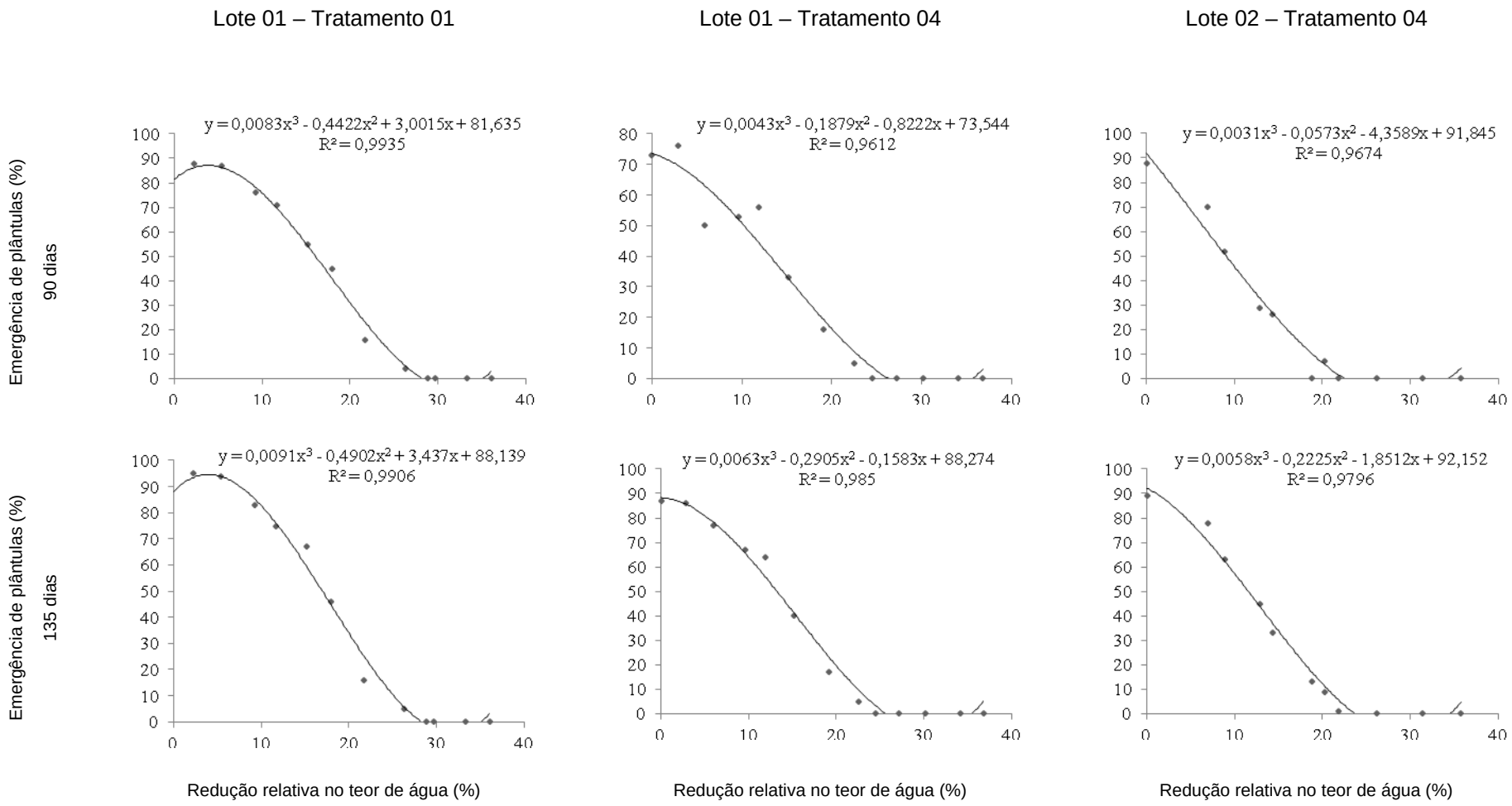

Figura 15. Regressões ($p<0,05$) obtidas para emergência de plântulas aos 90 e 135 dias em função do teor de água

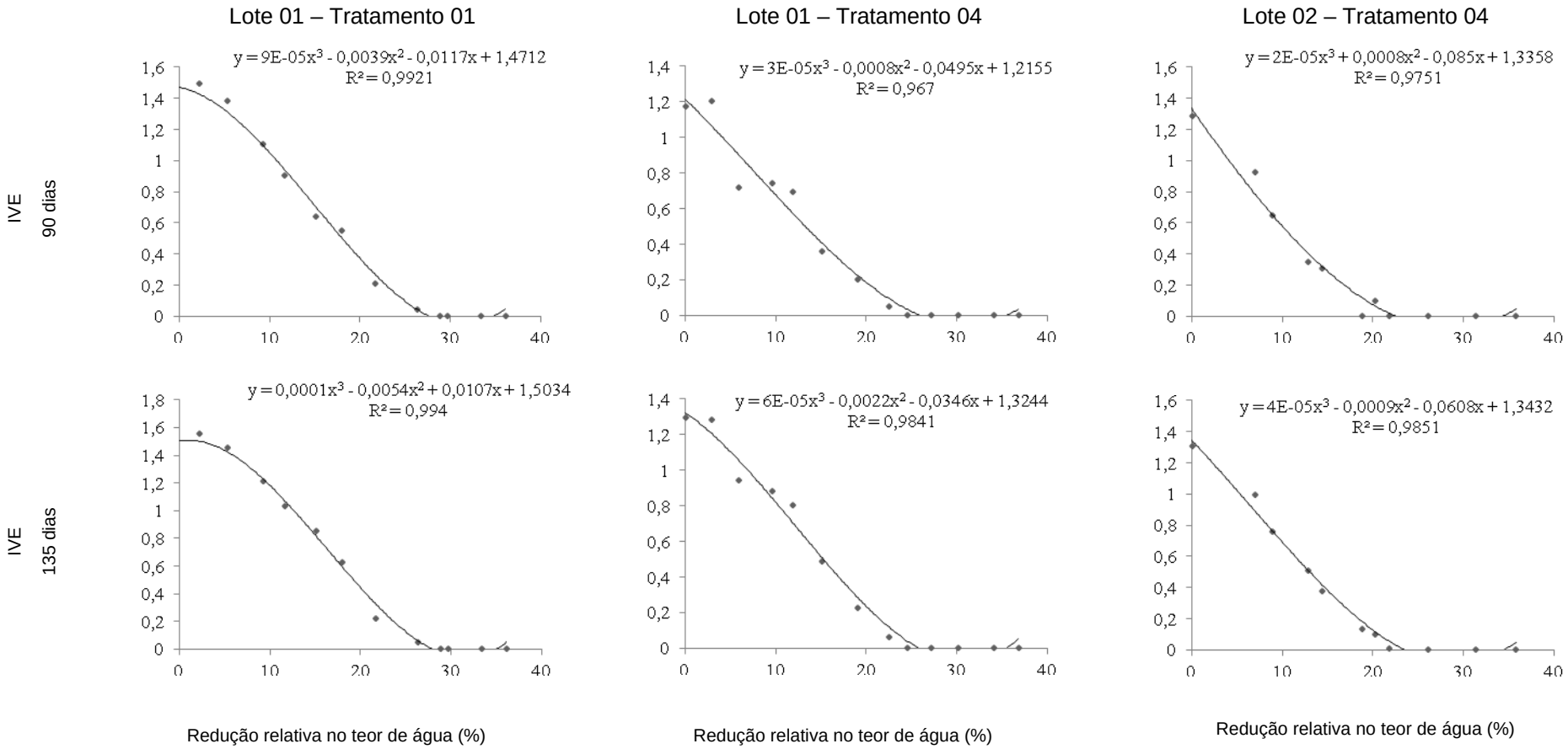

Figura 16. Regressões ($p<0,05$) obtidas para velocidade de emergência de plântulas aos 90 e 135 dias em função do teor de água

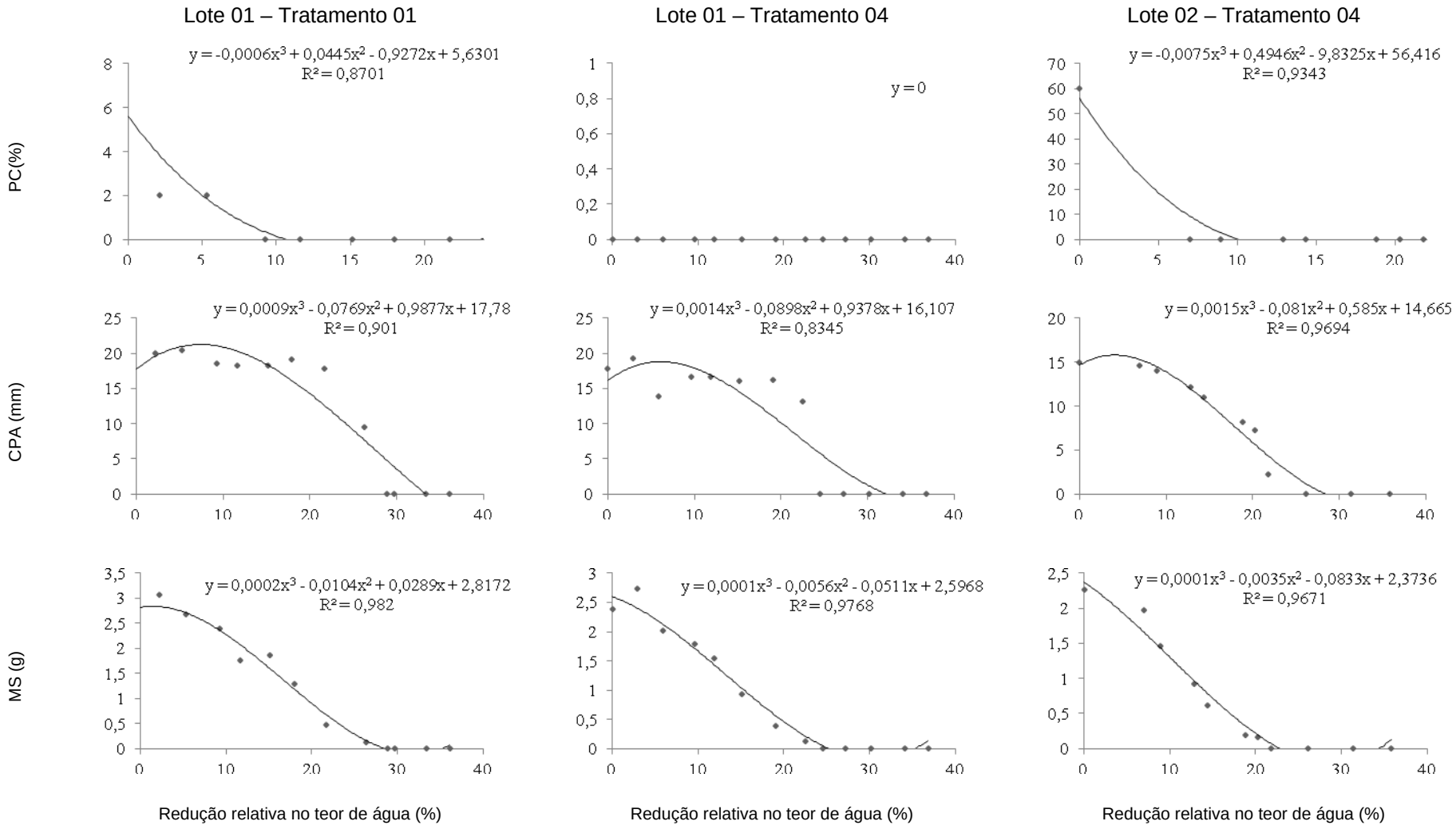

Figura 17. Regressões ($p<0,05$) obtidas para primeira contagem de emergência (PC), comprimento da parte aérea de plântula (CPA) e massa de matéria seca (MS) em função do teor de água

O avanço no processo de secagem afetou o desempenho das sementes. Para o lote 01, houve redução significativa da percentagem de emergência de plântulas aos 90 dias a partir dos teores de água de 33,3% e 39,0%, e aos 135 dias para os teores de água de 33,3% e 35,3%, para os tratamentos 01 e 04, respectivamente (Tabelas 3 e 4). A emergência de plântulas foi anulada para o tratamento 01 quando se alcançou teor de água de 16,1% (Tabela 3) e para o tratamento 04 quando o teor de água atingiu 20,4% (Tabela 4).

Tabela 3 – Resultados obtidos para a secagem de sementes provenientes do lote 01 tratamento 01 – emergência de plântulas e velocidade de emergência de plântulas (IVE) aos 90 e 135 dias, primeira contagem de emergência de plântulas (PC), comprimento da parte aérea de plântula (CPA) e massa de matéria seca de plântula (MS)

T 01	**Teor de água (%)**	**Emergência**		**IVE**		**VPC (%)**	**CPA (cm)**	**MS (g)**
		90 dias	135 dias	90 dias	135 dias			
U0	44,9	80 ab1	87 ab	1,388 a	1,452 a	7a	18,70 a	2,67 ab
U1	42,7	88 a	95 a	1,495 a	1,555 a	2b	20,08 a	3,07 a
U2	39,6	87 a	94 a	1,385 a	1,456 a	2b	20,47 a	2,68 ab
U3	35,7	76 ab	83 ab	1,110 b	1,216 b	0b	18,56 a	2,39 bc
U4	33,3	71 b	75 bc	0,908 b	1,034 bc	0b	18,30 a	1,77 cd
U5	29,8	55 c	67 c	0,639 c	0,858 c	0b	18,25 a	1,87 cd
U6	27,0	45 c	46 d	0,549 c	0,631 d	0b	19,14 a	1,29 d
U7	23,2	16 d	16 e	0,209 d	0,224 e	0b	17,78 ab	0,48 e
U8	18,6	4 de	5 ef	0,044 d	0,047 ef	0b	9,5 b	0,13 e
U9	16,1	0 e	0 f	0,000 d	0,000 f	0b	0,00 c	0,00 e
U10	15,2	0 e	0 f	0,000 d	0,000 f	0b	0,00 c	0,00 e
U11	11,5	0 e	0 f	0,000 d	0,000 f	0b	0,00 c	0,00 e
U12	8,8	0 e	0 f	0,000 d	0,000 f	0b	0,00 c	0,00 e
CV %		15,21	15,77	17,32	14,57	148,59	31,78	24,44

1Médias seguidas pelas mesmas letras, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Resultados obtidos para a secagem de sementes provenientes do lote 01 tratamento 04 – emergência de plântulas e velocidade de emergência de plântulas (IVE) aos 90 e 135 dias, primeira contagem de emergência de plântulas (PC), comprimento da parte aérea de plântula (CPA) e massa de matéria seca de plântula (MS)

T 04	**Teor de água (%)**	**Emergência**		**IVE**		**VPC (%)**	**CPA (cm)**	**MS (g)**
		90 dias	135 dias	90 dias	135 dias			
U0	44,9	73 ab1	87 a	1,175 a	1,294 a	0a	17,84 a	2,39 ab
U1	42,0	76a	86 a	1,206 a	1,286 a	0a	19,24 a	2,73 a
U2	39,0	50 cd	77 ab	0,718 b	0,946 b	0a	13,90 a	2,01 bc
U3	35,3	53 c	67 b	0,742 b	0,886 b	0a	16,66 a	1,79 c
U4	33,0	56 bc	64 b	0,697 b	0,806 b	0a	16,61 a	1,55 c
U5	29,7	33 de	40 c	0,362 c	0,491 c	0a	16,06 a	0,93 d
U6	25,8	16 ef	17 d	0,204 cd	0,225 d	0a	16,27 a	0,39 de
U7	22,4	5 f	5 de	0,049 d	0,063 d	0a	13,21 a	0,12 e
U8	20,4	0 f	0 e	0,000 d	0,000 d	0a	0,00 b	0,00 e
U9	17,7	0 f	0 e	0,000 d	0,000 d	0a	0,00 b	0,00 e
U10	14,7	0 f	0 e	0,000 d	0,000 d	0a	0,00 b	0,00 e
U11	10,8	0 f	0 e	0,000 d	0,000 d	0a	0,00 b	0,00 e
U12	8,1	0 f	0 e	0,000 d	0,000 d	0a	0,00 b	0,00 e
CV%		28,82	20,99	32,40	23,93	.	27,82	27,34

1Médias seguidas pelas mesmas letras, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto à velocidade de emergência de plântulas, houve redução significativa a 35,7% e 39,0% para os tratamentos 01 e 04 (Tabelas 3 e 4), assim como para a massa de matéria seca de plântula. Já a primeira contagem de emergência de plântulas do tratamento 01 apresentou diferença significativa a 42,7% em relação ao teor de água inicial (Tabela 3), sendo o teste que apresentou maior sensibilidade à perda de água. Para o tratamento 04 não houve emergência de plântulas na primeira contagem aos 39 dias (Tabela 4). Houve redução no comprimento da parte aérea de plântula a partir do teor de água de 18,6% para o tratamento 01 (Tabela 3) e 20,4% para o tratamento 04 (Tabela 4), não havendo diferença significativa entre todos os tratamentos para os quais houve emergência de plântulas.

Para as sementes do lote 02 houve redução significativa na percentagem de emergência de plântulas aos 90 e 135 dias para o teor de água de 37,0% para o

tratamento 04 (Tabela 5). Para esse mesmo teor de água também foi constatada redução na massa de matéria seca de plântula entre os tratamentos (Tabela 5). A emergência foi anulada a partir do teor de água de 24,1% (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados obtidos para a secagem de sementes provenientes do lote 02 tratamento 04 – emergência de plântulas e velocidade de emergência de plântulas (IVE) aos 90 e 135 dias, primeira contagem de emergência de plântulas (PC), comprimento da parte aérea de plântula (CPA) e massa de matéria seca de plântula (MS)

T 04	**Teor de água (%)**	**Emergência**		**IVE**		**VPC (%)**	**CPA (cm)**	**MS (g)**
		90 dias	135 dias	90 dias	135 dias			
U0	45,9	88 a	89 a	1,29 a	1,305 a	60 a	14,99 a	2,26 a
U1	38,9	70 ab	78 ab	0,923 b	0,999 b	0 b	14,60 a	1,97 a
U2	37,0	52 b	63 bc	0,651 c	0,759 bc	0 b	14,03 ab	1,47 b
U3	33,0	29 c	45 cd	0,352 d	0,512 cd	0 b	12,18 ab	0,93 c
U4	31,6	26 c	33 de	0,310 de	0,381 de	0 b	11,06 ab	0,62 c
U5	27,1	0 d	13 ef	0,000 f	0,132 ef	0 b	8,24 abc	0,19 d
U6	25,6	7 d	9 f	0,103 ef	0,103 f	0 b	7,25 bc	0,17 d
U7	24,1	0 d	1 f	0,000 f	0,010 f	0 b	2,30 cd	0,00 d
U8	19,8	0 d	0 f	0,000 f	0,000 f	0 b	0 d	0,00 d
U9	14,6	0 d	0 f	0,000 f	0,000 f	0 b	0 d	0,00 d
U10	10,1	0 d	0 f	0,000 f	0,000 f	0 b	0 d	0,00 d
CV%		34,38	32,97	32,49	30,43	24,35	41,79	28,79

1Médias seguidas pelas mesmas letras, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A velocidade de emergência de plântulas assim como a primeira contagem de emergência de plântulas apresentou diferença significativa a 38,9% em relação ao teor de água inicial (Tabela 5). Já o comprimento da parte aérea de plântula só evidenciou os efeitos da secagem para o teor de água de 25,6%. Para o tratamento 01 não houve emergência de plântulas em nenhum dos teores de água avaliados, pois a imersão prévia dos frutos em água a 55 °C por 20 minutos provocou a morte do embrião.

Os efeitos da secagem sobre o desempenho fisiológico das sementes de *Euterpe edulis* foram também verificados por Andrade (2001), Panza et al. (2007), Martins et al. (2009a, 2009b) e Roberto, Coan e Habermann (2011), indicando que a redução no teor de água para valores entre 35-30% prejudicaram o desempenho

fisiológico de sementes com teor de água inicial variando de 50-45%. Os mesmos autores apontaram teor de água letal para sementes dessa espécie entre 18 a 29%.

A perda de água em sementes recalcitrantes desencadeia inúmeros processos deteriorativos, como a desnaturação de proteínas, alterações na atividade das enzimas e danos no sistema de membranas, resultando na completa perda de viabilidade das sementes (NAUTIYAL; PUROHIT, 1985).

A distribuição da emergência de plântulas ao longo do tempo evidencia que ao reduzir o teor de água das sementes houve um aumento no período necessário para germinação (Tabela 6).

Foi demandado um período de tempo maior para que se completasse o processo germinativo, conforme o avanço no processo de secagem, necessário para a reorganização estrutural das membranas, assim como a síntese de proteínas essenciais à germinação. A redução no teor de água em sementes recalcitrantes pode ocasionar redução na velocidade dos processos metabólicos, retardando o desenvolvimento do embrião durante a fase pré-germinativa (BERJAK; PAMMENTER; VERTUCCI, 1992; FINCH-SAVAGE, 1996).

Tabela 6 – Distribuição da emergência de plântulas ao longo do tempo em função do teor de água

Teor de água (%)	Dias							
	39	**53**	**67**	**81**	**95**	**109**	**123**	**135**
Lote 01 - Tratamento 01								
44,9	7	21	52	74	80	85	86	87
42,7	2	20	69	81	88	90	93	95
39,6	2	7	58	78	87	90	92	94
35,7	0	2	45	65	76	76	79	83
33,3	0	0	23	56	71	73	74	75
29,8	0	0	7	38	55	60	62	67
27,0	0	0	6	31	45	45	46	46
23,2	0	0	1	12	16	16	16	16
18,6	0	0	0	0	4	4	4	5
16,1	0	0	0	0	0	0	0	0
15,2	0	0	0	0	0	0	0	0
11,5	0	0	0	0	0	0	0	0
8,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Lote 01 - Tratamento 04								
44,9	0	15	47	65	73	77	79	87
42,0	0	0	58	71	76	77	79	86
39,0	0	0	22	40	50	51	67	77
35,3	0	0	15	46	53	59	62	67
33,0	0	0	6	32	56	57	63	64
29,7	0	0	1	19	33	35	36	40
25,8	0	0	0	10	16	17	17	17
22,4	0	0	0	2	5	5	5	5
20,4	0	0	0	0	0	0	0	0
17,7	0	0	0	0	0	0	0	0
14,7	0	0	0	0	0	0	0	0
10,8	0	0	0	0	0	0	0	0
8,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lote 02 - Tratamento 04								
45,9	0	0	60	85	88	88	89	89
38,9	0	0	0	56	70	76	77	78
37,0	0	0	0	29	52	62	63	63
33,0	0	0	0	7	29	44	45	45
31,6	0	0	0	0	26	31	33	33
27,1	0	0	0	0	0	10	13	13
25,6	0	0	0	0	7	9	9	9
24,1	0	0	0	0	0	1	1	1
19,8	0	0	0	0	0	0	0	0
14,6	0	0	0	0	0	0	0	0
10,1	0	0	0	0	0	0	0	0

O desempenho fisiológico das sementes obtidas de frutos imersos em água a 40 °C por 20 minutos durante o processo de secagem foi superior ao das sementes obtidas a partir de frutos não imersos previamente em água. Além da temperatura de imersão ter favorecido a embebição das sementes, conforme discutido anteriormente, o impacto das hélices durante a despolpa mecânica dos frutos desprende a porção fibrosa do mesocarpo enquanto que ao friccionar os frutos contra a peneira de malha de aço, a despolpa manual retira apenas epicarpo e a porção oleaginosa do mesocarpo, as fibras do mesocarpo permanecem aderidas à semente dificultando a germinação. Assim, as sementes despolpadas mecanicamente não possuem nenhuma barreira física que dificulte o processo germinativo, levando-a a uma germinação mais rápida, como evidenciado pela primeira contagem de emergência de plântulas e velocidade de emergência de plântulas, observado pela distribuição da germinação ao longo do tempo (Tabela 5). Essa característica apresenta-se como uma vantagem devido à importância da capacidade germinativa relacionada ao estabelecimento da plântula no ambiente (GOMES; VÁLIO; MARTINS, 2006; BRANCALION; MARCOS FILHO, 2008).

Observa-se que as sementes do tratamento 01, para o lote 01, apresentaram maior tolerância à secagem quando comparado ao tratamento 04 do mesmo lote. Porém, não se pode atribuir tal afirmação à metodologia de despolpa a que os frutos foram submetidos. Deve-se considerar que as sementes provenientes do tratamento de despolpa manual permaneceram com a camada fibrosa que envolve o endocarpo (monostelos). Essas fibras tem a capacidade de reter maior volume de água quando comparadas às sementes “nuas”. Ao determinar o teor de água das sementes, àquelas com fibras presente resultaram em sementes com maior teor de água, porém a água encontra-se retida externamente à semente, causando a falsa impressão de que seu desempenho fisiológico é prejudicado para teores de água mais elevados. Assim, não é possível atribuir o desempenho superior do tratamento mecânico a um aumento na capacidade de tolerar a perda de água, mas sim à germinação mais rápida, em um período de tempo menor, que favoreceu o desempenho fisiológico para todos os parâmetros avaliados.

2.4 Considerações Finais

Os estudos realizados até o presente momento tinham como objetivo acelerar o processo germinativo e garantir maior percentagem de sementes germinadas em função do menor período de exposição às condições adversas do meio, visando apenas a produção de mudas sadias e vigorosas. Sendo assim, os resultados apresentados buscavam comparar sementes despolpadas e frutos inteiros, além de tratamentos aplicados diretamente às sementes, não havendo a preocupação em indicar diferentes métodos de despolpa e suas consequências na fisiologia das sementes. Além disso, na época em que esses temas foram investigados, não havia o interesse econômico na exploração da polpa dos frutos pela agroindústria. Já no presente estudo foram verificadas as consequências do método de despolpa dos frutos utilizado pela agroindústria à qualidade fisiológica das sementes. Assim, buscou-se isolar os fatores de despolpa, a fim de observar quais fatores poderiam influenciar e se haveria interação entre eles. Por se tratar de demanda recente, a literatura direcionada para essa abordagem é escassa.

3 CONCLUSÕES

Os métodos de despolpa com frutos imersos em água a 40°C por 20 minutos apresentam desempenho fisiológico superior quando comparados àqueles sem imersão prévia dos frutos.

A temperatura da água a 55 °C para a imersão dos frutos por 20 minutos é prejudicial e ocasiona a morte das sementes.

A forma de extração da polpa, manual ou mecânica, não influencia o desempenho fisiológico das sementes.

Para despolpa mecânica, não há redução na percentagem de emergência de plântulas para teor de água de até 33,3%. A redução no teor de água a 16,1% é letal às sementes.

A secagem das sementes, despolpadas manualmente, até 39,0% de água não prejudica a emergência de plântulas. Teor de água inferior a 25,6% apresenta-se letal às sementes.

REFERÊNCIAS

ACCORSI, W.R.; BARROS, M.A.A. Morfologia do fruto e da semente de *Euterpe edulis* Mart. **Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 31, p. 701-711, dez. 1974.

ANDRADE, A.C.S. The effect of moisture content and temperature on the longevity of heart of palm seeds (*Euterpe edulis*). **Seed Science and Technology,** Bassersdorf, v. 29, p. 171-182, Feb. 2001.

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

BERJAK P.; PAMMENTER N.W.; VERTUCCI C.W. Homoiohydrous (recalcitrant) seeds: developmental status, desiccation sensitivity and the state of water in axes of *Landolphia kirkii* Dyer. **Planta**, Berlin, v. 186, p. 249-261, Jan. 1992.

BOVI, M.L.A. Pré-embebição em água e porcentagem e velocidade de emergência de sementes de palmiteiro. **Bragantia**, Campinas, v. 49, n. 1, p. 11-22, fev. 1990.

BOVI, M.L.A.; CARDOSO, M. Seed germination of *Euterpe edulis* Mart. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n.1, p. 23-29, fev. 1976.

BOVI, M.L.A.; CARDOSO, M. Conservação de sementes de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.). **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 65-71, jul 1978.

BOVI, M.L.A.; DIAS, D.S. Biologia floral do palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, v. 37, 1986, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto:UFOP, 1986. p. 33.

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

BOVI, M.L.A., GODOY-JUNIOR, G., SAES, L.A.; MORI, E.E.M. Subsídios para o sistema de manejo auto sustentado do palmiteiro. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas**, Campinas, v.137, p. 1-25, 1992.

BRANCALION, P.H.S.; MARCOS FILHO, J. Distribuição da germinação no tempo: causas e importância para a sobrevivência das plantas em ambientes naturais. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 18, n. 1, 2, 3, p. 11-17, 2008.

BRANCALION, P.H.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R. Seed development, yield and quality of two palm species growing in different tropical forest types in SE Brazil: implications for ecological restoration. **Seed Science and Technology,** Bassersdorf, v. 39, p. 412-424, Jul. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: 2009. 395p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa N° 06, de 23 de setembro de 2008. **Lista Oficial de Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção.** Brasília, 2008. 52 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033615.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2013.

CALVI, G.P.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* – Mart. em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira-RJ. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências da Vida, Rio de Janeiro, v. 25, n.1, p. 33-40, jan. 2005.

CARVALHO, P. E. **Silvicultura de espécies nativas do Brasil**. Embrapa: Brasília,1993. 705p.

COSTA, C.J.; MARCHI, E.C.S. **Germinação de sementes de palmeiras com potencial para a produção de agroenergia**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. 2008. 35p.

DE QUEIROZ, M.H.; CAVALCANTE, M.D.T.H. Efeito do dessecamento das sementes de palmiteiro na germinação e no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.8, n. 3, p. 121-125. 1986.

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

FINCH-SAVAGE, W.E. The role of developmental studies in research on recalcitrant and intermediate seeds. QUEDRAOGO, A.S.; POULSEN, K.; STUBSGAARD, F. (Ed.). In: Workshop on improved methods for handling and storage of

intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds. 1996. Rome. **Proceedings...** Rome: IPGRI, p. 83-97, 1996.

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

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. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 85, p. 16-20, Jul. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**, v. 26, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_[anual]/2011/comentarios.pdf>. Acesso em 20 mai. 2013.

LOOMIS, H.F. The preparation and germination of palm seeds: **Principes**, Austin, v. 2, n. 3, p. 98-102. 1958.

MAC FADDEN, J. **A produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica.** 2005. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination: AID in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARCUS, J.; BANKS, K. A practical guide to germinating palm seeds. **Palms Journal**, Austin, v. 43, n. 2, Apr. 1999.

MARTINS, R.B. **Diagnóstico dos produtores de mudas florestais nativas do Estado de São Paulo.** São Paulo, jul. 2011, 155 p. Relatório analítico do Projeto de recuperação de matas ciliares. Disponível em: <www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar>. Acesso em: 21 mai. 2013.

MARTINS, C.C.; BOVI, M.L.A.; NAKAGAWA, J.; GODOY JÚNIOR. G. Temporary storage of jussara palm seeds: effects of time, temperature and pulp on germination and vigor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 271-276, Apr. 2004.

MARTINS, C.C., NAKAGAWA, J., BOVI M.L.A. Desiccation tolerance of four seed lots from *Euterpe edulis* Mart. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v. 28, p. 101-113, 2000.

MARTINS, C.C.; BOVI, M.L.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C.G. Secagem e armazenamento de sementes de juçara. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, p. 635-642, 2009a.

MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G.; NAKAGAWA, J.; OLIVEIRA, S.S.C. Tamanho e secagem de sementes de palmeira Jussara sobre a germinação e o vigor. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 22, p. 117-120, abr. 2009b.

MEEROW, A.W. **Palm seed germination**. Florida: Cooperative Extension Service, 2004. 11 p. (Bulletin 274).

MORTLOCK, W. Local seed for revegetation: Where will all that seed come from? **Ecological Management and Restoration**, Woodburn, v. 1, n. 2, p. 93-101, Aug. 2000.

MULLETT, J.H.; BEARDSELL, D.V.; KING, H.M. The effect of seed treatment on the germination and early growth of *Euterpe edulis* (Family Palmae). **Scientia Horticulturae**, Amstredam, v. 15, p. 239-244, 1981.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho de plântulas. In: KRZYSANOWSKY, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds). V**igor de Sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. 1999. cap. 2, p. 1-24.

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**, Bassersdorf, v. 13, n. 1, p. 69-76, 1985.

NODARI, R.O.; FANTINI, A.C.; GUERRA, M.P.; REIS, M.S. ; SCHUCH, O. Conservação de frutos e sementes de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1-10, 1998.

NOGUEIRA, O.L.; HOMMA, A.K.O. **Análise econômica de sistemas de manejo de açaizais nativos no estuário amazônico**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 38 p. (Documento, 128).

OROZCO-SEGOVIA, A.; BATIS, A.I.; ROJAS-ARÉCHIGA, M.; MENDONZA, A. Seed Biology of Palms: A Review. **Palms**, Austin, v. 47, n. 2, p. 79-94. 2003

PIZO, M.A.; ALLMEN Von, 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**, Issy les Moulineaux, v. 29, p. 311-315, May. 2006.

PAMMENTER, N.W.; GREGGAINS, V.; KIOKO, J.L.; WESLEY-SMITH, J.; BERJAK, P.; FINCH-SAVAGE, W.E. The time factor dehydration of non-ortodox (recalcitrant) seeds: effects of differential drying rates retention of *Ekebergia capensis.* **Seed Science Research**, Cambridge, v. 8, n. 4, p. 463-471, 1998.

PANZA, V.; LÁINEZ, V.; MALDONADO, S. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. **Botanical Journal of the Linnean Society,** London**,** v. 145, n. 4, p. 445-453, Aug. 2004.

PANZA, V.; LÁINEZ, V.; MALDONADO, S.; MARODER, H.L. Effects of desiccation on *Euterpe edulis* Martius seeds. **Biocell,** Argentina, v. 31, n. 3, p. 383-390, 2007.

PEREZ, H.E. Promoting germination in ornamental palm seeds through dormancy alleviation. **Hortechnology**, Alexandria, v. 19, n. 4, p. 682-685. Oct. 2009.

REIS, A**. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma floresta ombrófila densa montana de encosta atlântica em Blumenau, SC.** 1995. 154 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas,1995.

REIS, A.; KAGEYAMA, P.Y. Dispersão de sementes do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius - Palmae). In: REIS, M. S.; REIS, A. (Ed.). ***Euterpe edulis* Martius (Palmiteiro)**: biologia,conservação e manejo. Itajaí: Sellowia, 2000. p. 60-92.

REIS, A.; SILVEIRA PAULILO, M.T.; NAKAZONO, E.M.; VENTURI, S. Effect of different level of desiccation in the seed germination of *Euterpe edulis* Martius – Arecaceae. **Insula**, Madrid, v. 28, p. 31-42, 1999.

REIS, M.S.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; REIS, A.; GUERRA, M.P.; MANTOVANI, A. Management and conservation of natural populations in Atlantic Rain Forest: the case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). **Biotropica**, Malden, v. 32, p. 894-902, Oct. 2000.

ROBERTO, G.G.; COAN, A.I.; HABERMANN, G. Water content and GA_3-induced embryonic cell expansion explain *Euterpe edulis* seed germination, rather than seed reserve mobilization. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v. 39, n. 3, p. 559-571, Oct. 2011.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA n°48, de 21 de setembro de 2004. Lista oficial das espécies da flora do estado de São Paulo ameaçadas de extinção. **Diário Oficial**, São Paulo, 22 set 2004. Seção 1, p. 26-29.

SEOANE, C. E. S.; SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y. Sistema de reprodução em duas populações naturais de *Euterpe edulis* M. sob diferentes condições de fragmentação florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 69, p. 13-24, dez. 2005.

SILVA FILHO, J.L.V. **Análise econômica da produção e transformação em ARPP, dos frutos de *Euterpe edulis* Mart. em açaí no município de Garuva Estado de Santa Catarina.** 2005, 100 p. Tese (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SMITH, S.L.; SHER, A.A.; GRANT III, T. Genetic diversity in restoration materials and the impacts of seed collection in Colorado's restoration plant production industry. **Restoration Ecology**, Washington, D.C., v. 15, n. 3, p. 369-374, Sep. 2007.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Introdução do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) em sistemas agroflorestais em Lavras - Minas Gerais.** 1999. 148 p. Dissertação (Mestrado Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

TSUKAMOTO FILHO, A.A.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORAIS, A.R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, MG. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 7, n. 1, p. 54-68. 2001.

WOLKERS, W.F.; ALBERDA, M.; KOORNNEEF, M.; Le'on-KLOOSTERZIEL, K.M.; HOEKSTRA, F.A. Properties of proteins and the glassy matrix in maturation defective mutant seeds of *Arabdopsis thaliana*. **The Plant Journal**, Oxford, v. 16, n. 2, p. 133-143. 1998.