

Tolerância à dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes)¹

CIBELE CHALITA MARTINS^{2,4}, JOÃO NAKAGAWA² e MARILENE LEÃO ALVES BOVI³

(recebido em 15/12/98; aceito em 04/08/99)

ABSTRACT - (Desiccation tolerance of *Euterpe espirotosantensis* Fernandes seeds). With the objective of identifying the desiccation tolerance of *Euterpe espirotosantensis* seeds, two lots of fruits were picked in the collection of palm trees of the Agronomic Institute of Campinas (Ubatuba, State of São Paulo) and transported in impermeable packing to Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP Botucatu (State of São Paulo), where they were shelled. The seeds were submitted to drying in silica gel, starting from the non-dehydrated control (51.4% and 46.6% of initial water content), taking samples at each 12 or 24 hours. The effects of dehydration were evaluated by means of germination test, percentage and speed of embryo protrusion, botton, plumule, and seedlings length. Seed dry matter and water content were also evaluated. It was concluded that the seeds of *E. espirotosantensis* are recalcitrant, presenting higher initial percentage of germination (90.0% to 87.5%) when not dehydrated (51.4% to 46.6% of water content). Water contents lower than 40.7%-51.4% reduced the vigour and germination rates. All seeds died when the water contents were lower than 13.4%-15.8%.

RESUMO - (Tolerância à dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes)). Com o objetivo de identificar a tolerância à dessecação de sementes de *Euterpe espirotosantensis*, dois lotes de frutos foram colhidos na coleção de palmeiras do Instituto Agronômico de Campinas, no município de Ubatuba, estado de São Paulo e transportados em embalagem impermeável até a Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, município de Botucatu, estado de São Paulo, onde foram despolpados. As sementes foram submetidas à secagem em sílica gel a partir das testemunhas não desidratadas (51,4% e 46,6% de teor de água), retirando-se amostras a cada 12 ou 24 horas. O efeito da desidratação foi avaliado através da porcentagem de germinação, e da velocidade de protrusão de embrião, do botão germinativo, da plúmula, e do comprimento das plântulas. Avaliaram-se ainda a matéria seca e o teor de água das sementes. Concluiu-se que as sementes de *E. espirotosantensis* são recalcitrantes, apresentando porcentagem alta de germinação (90,0% a 87,5%) quando não desidratadas (teor inicial de água de 51,4% a 46,6%). Abaixo de uma faixa de teor de água situada entre 40,7% e 51,4% os valores de germinação e vigor foram significativamente reduzidos. A mortalidade total das sementes foi observada, com a redução do teor de água das sementes a uma faixa situada entre 13,4% e 15,8%.

Key words - Palmae, recalcitrant seeds, drying

Introdução

O palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes) é uma espécie nativa da Floresta Tropical Atlântica. A crescente devastação do seu habitat, associada à derrubada de plantas para a extração de palmito, tornam de interesse a produção de sementes e mudas dessa espécie para a recomposição da flora nativa, a implantação de áreas para a exploração comercial e para pesquisas. Não foram encontrados estudos publicados sobre sementes de *E. espirotosantensis* e conhecimentos sobre a fisiologia

da semente e da germinação são necessários para o desenvolvimento de tecnologias favoráveis à produção e à conservação das sementes dessa espécie.

Sementes de outras espécies do gênero *Euterpe*, tais como *E. edulis* e *E. oleracea*, apresentam grande dificuldade em sua conservação, tendo sido classificadas como recalcitrantes (Araújo et al. 1994, Andrade & Pereira 1997), devido à sensibilidade à desidratação. Segundo alguns autores, as espécies com sementes recalcitrantes podem ser reclassificadas em níveis de recalcitrância, em função das diferenças observadas entre elas quanto à sensibilidade à desidratação, temperatura de armazenamento e longevidade (Farrant et al. 1989, Hong & Ellis 1990, Berjak & Pammenter 1994). Outros autores preferem classificar as espécies em três categorias que, além das ortodoxas e das recalcitrantes, incluiriam uma terceira, considerada intermediária (Ellis et al. 1990, Hong & Ellis 1995).

1. Trabalho financiado pela FAPESP. Programa Jovem Pesquisador.
2. Depto. de Agricultura e Melhoramento Vegetal, FCA/UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu, SP, Brasil.
3. Centro de Fruticultura, Plantas Tropicais, IAC/SAA, Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas, SP, Brasil.
4. Autor para correspondência: secdamv@fca.unesp.br

Contrariamente às ortodoxas, as sementes recalcitrantes continuam hidratadas até o final do desenvolvimento e maturação (Finch-Savage et al. 1992), apresentando a capacidade de germinarem imediatamente após a separação da planta-mãe, em função de seu elevado teor de água (Farrant et al. 1992), sem a necessidade de hidratação adicional exógena. Há um processo distinto ao final da formação das sementes, entre as recalcitrantes e as ortodoxas. Estas últimas passam por um processo, quase essencial, de dessecação ao final da maturação, permitindo-lhes mudar o metabolismo, voltado ao desenvolvimento, para outro, voltado à germinação. Essa mudança não é observada em sementes recalcitrantes. Nesse processo de dessecação e mudança de metabolismo, estão envolvidos fatores como balanço hormonal, quantidade e tipos de proteínas e açúcares, estado físico da água, entre outros (Farrant et al. 1988, Barbedo & Marcos Filho 1998).

O teor de água é um fator determinante do comportamento das sementes recalcitrantes durante o armazenamento. Nessas sementes, a água sub-celular está fortemente associada às superfícies macromoleculares assegurando, em parte, a estabilidade de membranas e macromoléculas. A perda de água estrutural durante o processo de secagem causaria a alteração de sistemas metabólicos e de membranas, resultando no início do processo de deterioração (Farrant et al. 1988).

As sementes recalcitrantes têm sua viabilidade reduzida quando o teor de água atinge valores inferiores àqueles considerados críticos; quando iguais ou inferiores àqueles considerados letais, há perda total de viabilidade (Probert & Longley 1989, Pritchard 1991, Hong & Ellis 1992). A sensibilidade das recalcitrantes à dessecação depende da espécie, sendo os teores crítico e letal de água relativamente altos, respectivamente, de 27% a 38% (Chin 1988, Ferreira & Santos 1992, Eira et al. 1994, Andrade & Pereira 1997) e de 12% a 22% (Bovi & Cardoso 1978, Priestley & Williams 1985, Ferreira & Santos 1992, Andrade & Pereira 1997). O conhecimento dos teores crítico e letal de água de uma espécie é indispensável para o planejamento e a execução da secagem e do armazenamento das sementes.

A deterioração causada pela desidratação das sementes de palmeiras, como *E. edulis* (Bovi & Cardoso 1978, Bovi et al. 1987, Figliolia et al. 1987) e *Chrysalidocarpus lutescens* (Becwar et. al. 1982)

afeta, também, o vigor, danificando as membranas celulares (Becwar et al. 1982) e tornando a germinação mais lenta. Isso faz com que sementes e plântulas fiquem mais vulneráveis e sujeitas, por mais tempo, às condições adversas do meio.

Diante do exposto, este trabalho objetivou estudar o comportamento das sementes de *E. spiritosantensis* quanto à dessecação.

Material e métodos

Frutos maduros de palmito-vermelho, com coloração preta brilhante e em estágio inicial de dispersão (Leão & Cardoso 1974, Lin 1986), foram coletados manualmente, em 19 indivíduos, no final do mês de dezembro, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas, localizada no município de Ubatuba, estado de São Paulo e transportados em embalagem de polietileno (de 20 mm de espessura) até o Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP-Campus de Botucatu, SP, onde foram despulpados, no dia seguinte à colheita, através de fricção contra uma peneira de malha de aço, sob água corrente.

As sementes mal formadas, danificadas ou abaixo do tamanho médio foram eliminadas. Para o ensaio utilizaram-se dois lotes de sementes: lotes 1 e 2, que foram compostos, respectivamente, de sementes colhidas em oito e 11 plantas. Após o despulpamento, as sementes permaneceram armazenadas à temperatura de 10°C, acondicionadas em sacos plásticos de 20 mm de espessura, fechados e com três perfurações de agulha número 12.

Os tratamentos com diferentes teores de água foram obtidos através da secagem das sementes sobre sílica-gel, iniciada aos 13 e 38 dias após a colheita, respectivamente, para os lotes 1 e 2. Para a secagem, as sementes foram colocadas em camada uniforme e única sobre tela plástica esticada sobre bastidor de madeira. Embaixo do bastidor, a uma distância de 12 cm, foi colocada uma bandeja com uma camada de 1 kg de sílica gel com indicador de umidade. A sílica foi substituída sempre que mudava de cor.

O ambiente de secagem foi isolado por um saco plástico, aberto periodicamente para a troca da sílica e revolvimento da massa de sementes, realizado a cada hora no início da secagem e a cada 12 horas no final, após 11 ou 12 dias. O volume desta câmara de secagem era de 7,2 l. Durante o processo de secagem, tentou-se manter a temperatura estável, colocando-se a câmara em uma sala com ar condicionado, acionado sempre que a temperatura excedia os 25°C. A temperatura e a umidade relativa do ar do interior da câmara foram monitoradas por um termohigrômetro. Retiraram-se amostras para a determinação do teor de água a cada 12 horas e para os testes de germinação a cada 24 horas.

O teor de água e o conteúdo de matéria seca das sementes inteiras foram avaliados pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 h, usando como base o peso da semente úmida (Brasil 1992), e utilizando-se duas repetições de sete sementes para o lote 1, e de 15 sementes para o lote 2.

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 20 sementes por tratamento, sob temperaturas alternadas (20-30°C) e luz ($78 \text{ mmol s}^{-1}\text{m}^{-2}/8\text{h}$), em vermiculita esterilizada (120°C/12 h) e umedecida com duas vezes o seu peso em água, dentro de caixas gerbox. Na semeadura, dois terços da semente permaneceram abaixo da superfície do substrato. A contagem das plântulas foi realizada diariamente. O teste de germinação foi

encerrado aos 30 dias após a data na qual obteve-se o número máximo de sementes com protrusão do embrião, ocasião em que foram calculadas as porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas (Brasil 1992). Foi realizada a contagem da emissão do embrião, do botão germinativo e da plúmula, considerando-se a porcentagem de sementes que apresentaram a emissão dessas estruturas até o final do teste de germinação. Definiu-se como plântulas anormais aquelas que apodreceram ou não apresentaram raízes ou apresentaram raízes totalmente apodrecidas ou atrofiadas.

Os índices de velocidade de protrusão de embriões (IVPE), de emissão de botões germinativos (IVEBG) e de plúmulas (IVPEP) foram determinados conjuntamente com o teste de germinação, adaptando o critério estabelecido por Maguire (1962).

Ao final do teste de germinação, foram avaliados o comprimento da parte aérea e da radícula, bem como o comprimento total das plântulas. Foi considerada, para o cálculo da média de cada repetição, a população de plântulas normais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com os tratamentos em quatro repetições. Foi efetuada a análise de variância, aplicando-se o teste F e comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste t (5%).

Resultados e Discussão

As curvas de secagem dos dois lotes experimentais de palmito-vermelho estão apresentadas na figura 1, podendo-se observar, durante o processo, o teor de água atingido pelas sementes e a umidade relativa do ambiente (figuras 1A e 1B), bem como a temperatura (figura 1C). O método de manutenção da temperatura com o auxílio de ar condicionado foi eficiente, conseguindo-se manter a temperatura média de 25°C (figura 1C), embora o processo exigisse um monitoramento constante. O sistema adotado foi

eficiente na secagem das sementes e a umidade relativa mínima conseguida no ambiente da câmara foi de 20%.

As médias e quadrados médios com indicação de significância do teste F estão apresentados nas tabelas 1 e 2. Foram detectadas, nos dois lotes, diferenças significativas entre os tratamentos (diferentes teores de água) para todas as características avaliadas (tabela 1). No estágio de maturidade dos frutos, identificado com base nas descrições de Leão & Cardoso (1974) e de Lin (1986), verificou-se que os dois lotes de sementes de *E. spiritosantensis* apresentaram 51,4 e 46,6% de água. Esses valores são menores do que os 54% encontrados por Lin (1986) e maiores do que os 44-46% encontrados por Figliolia et al. (1987) e Andrade & Pereira (1997) para frutos maduros de *E. edulis*. Esses valores diferentes de teor de água no ponto de maturidade fisiológica podem ser atribuídos ao material genético utilizado, bem como aos dias decorridos da colheita ao início dos tratamentos.

Neste trabalho procurou-se utilizar frutos maduros para a obtenção de sementes de melhor qualidade, ou seja, com germinação e vigor máximos (Leão & Cardoso 1974, Lin 1986), para obter-se uma melhor mensuração do efeito da dessecação.

Durante a germinação das sementes de *E. spiritosantensis* foram observadas três etapas marcantes: protrusão do embrião, do botão germinativo e da plúmula. A primeira é caracteriza-

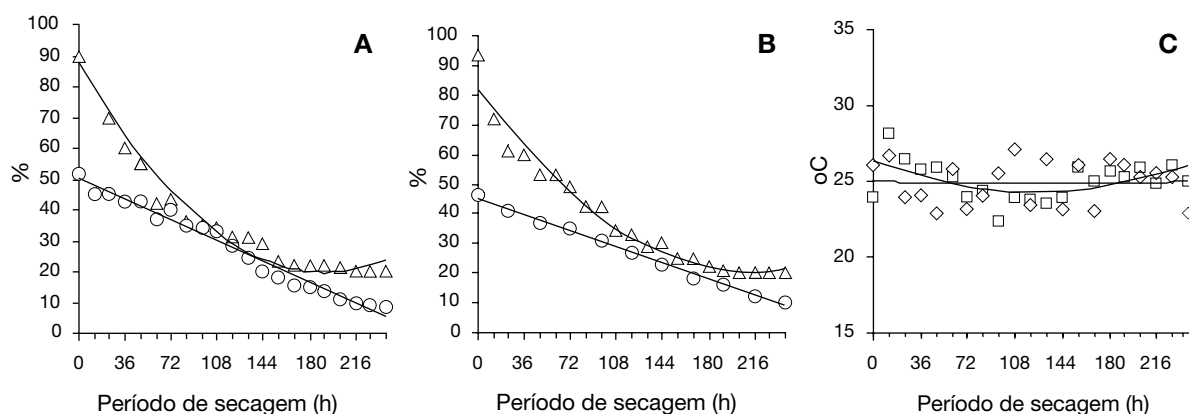


Figura 1. Curvas de secagem em sílica de dois lotes de sementes de *Euterpe spiritosantensis*: teor de água das sementes (O), umidade relativa do ar (Δ), para o lote 1 (A) e para o lote 2 (B), e temperatura de secagem (C), para o lote 1 (\square) e para o lote 2 (\diamond). As equações de regressão para os diferentes parâmetros analisados foram: (A) - $Y_{(\Delta)} = 87,424 - 0,7085X + 0,0019X^2$, $Y_{(O)} = 50,78 - 0,2053X + 7,10^{-5}X^2$; (B) - $Y_{(\Delta)} = 81,68 - 0,573X + 0,0013X^2$, $Y_{(O)} = 45,91 - 0,1722X + 9,10^{-5}X^2$; (C) - $Y_{(\square)} = 26,334 - 0,0318X + 0,0001X^2$, $Y_{(\diamond)} = 24,967 - 0,002X + 8,10^{-6}X^2$.

Tabela 1. Quadrados médios com indicações de significância do teste F das variáveis utilizadas na avaliação da tolerância à dessecação, em *E. spiritosantensis*, lotes 1 e 2. Tratamentos: níveis de redução do teor de água das sementes.

Variáveis	Lote 1				Lote 2			
	Tratamentos	Resíduo	CV	Média Geral	Tratamentos	Resíduo	CV	Média Geral
Embriões	4953,5**	43,5	13,1	49,5	5693,7**	20,7	8,6	53,0
Botões germinativos	4835,7**	50,0	17,1	41,2	5952,5**	46,1	14,4	47,1
Plúmulas	3749,5**	53,1	23,0	31,5	5727,3**	85,1	23,5	39,1
Germinação	3998,2**	43,7	19,9	33,1	5710,7**	31,5	13,2	42,3
Sementes mortas	4953,4**	43,4	13,1	50,4	5693,7**	20,6	9,6	47,0
Plântulas anormais	606,1**	44,5	40,7	16,4	238,3**	14,2	35,4	10,6
IVPE ¹	6,4**	0,0	11,6	1,0	9,3**	0,1	28,8	1,25
IVEBG ²	2,1**	0,0	14,6	0,6	3,0**	0,0	16,5	0,8
IVPE ³	0,2**	0,0	25,8	0,2	0,6**	0,0	24,8	0,3
CPA ⁴	33,4**	4,2	36,5	5,6	53,6**	3,7	28,4	6,7
CR ⁵	669,2**	28,4	28,9	18,4	799,4**	49,8	34,4	20,5
CT ⁶	988,8**	52,3	30,0	24,1	1244,0**	76,3	32,0	27,2

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

1: índice de velocidade de protrusão de embrião; 2: índice de velocidade de emissão de botão germinativo; 3: índice de velocidade de emissão de plúmula; 4: comprimento de parte aérea; 5: comprimento de radícula; 6: comprimento total.

da pela protrusão do embrião através do poro de germinação, mediante a abertura do opérculo, sendo, em alguns casos, possível visualizar o primórdio radicular; a coloração inicial da estrutura é branca, tornando-se rapidamente carmim à medida que o botão germinativo se desenvolve e outras estruturas, a partir dele, se diferenciam. A segunda, caracteriza-se pela expansão da massa cotiledonar do embrião, formando uma estrutura conhecida como botão germinativo; nessa etapa a radícula é facilmente visualizada. A terceira etapa é caracterizada pela emissão da plúmula, de coloração carmim intenso; nessa etapa, além da radícula, algumas raízes adventícias podem ter sido emitidas.

Os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 mostram que a dessecação crescente intensificou o processo de deterioração das sementes, verificado na velocidade e porcentagem de germinação e de emissão das diversas estruturas da plântula, no comprimento das plântulas e na elevação da porcentagem de sementes mortas, estabelecendo o comportamento recalcitrante das sementes de *E. spiritosantensis*. Apenas as porcentagens de plântulas anormais não refletiram este comportamento.

A dessecação das sementes atrasou o processo de germinação do palmito-vermelho, fazendo com que o teste de germinação dos lotes 1 e 2 fosse encerrado, respectivamente, aos 37 e 28 dias após a

semeadura para sementes com o teor de água original (sem secagem), e aos 60 e 58 dias para os tratamentos com o teor de água imediatamente superior ao que causou a mortalidade total das sementes.

Farrant et al. (1988) relatam tolerâncias diferenciadas à perda de água e a baixas temperaturas entre as espécies, propondo uma escala contínua em que as espécies podem ser classificadas como altamente, moderadamente ou pouco recalcitrantes. Mesmo dentro da mesma espécie, podem haver diferenças na tolerância à desidratação, de acordo com o habitat de origem e a diversidade genética. Este fato foi verificado por Ellis et al. (1991), em sementes de quatro cultivares de dendê (*Elaeis guineensis*). Desse modo, os resultados encontrados para *E. spiritosantensis* indicaram que os teores de água das sementes causadores da queda de vigor e da germinação dependem do lote avaliado e, provavelmente, também de características genéticas, pois os lotes estudados foram colhidos na mesma época e na mesma área, mas de plantas distintas. Porém, para a espécie, pode-se identificar uma faixa de teor de água que causou a redução significativa da germinação e vigor, em comparação ao controle sem secagem, variando de 40,7 a 51,4% e uma faixa de teor de água que causou a mortalidade total das sementes de 13,4 a 15,8% (tabela 2).

Além da porcentagem de germinação, outras características mostraram-se eficientes na detecção da

redução do vigor das sementes devido a danos por desidratação, tais como a porcentagem de plúmulas e, principalmente, o comprimento de radícula (tabela 2). Trabalhos com milho (Seyedin et al. 1984, Herter & Burris 1989) e soja (Martins & Carvalho 1994), também mostraram ser a radícula a estrutura da plântula mais danificada por condições adversas de secagem.

O lote 2 apresentou maior vigor do que o lote 1, verificado na matéria seca da semente, velocidade de emissão e comprimento das diversas estruturas da plântula (tabela 2). Comumente, em condições adversas, sementes de alto vigor têm maior porcentagem de sobrevivência e melhor desempenho germinativo se comparadas às de baixo vigor (Carvalho &

Nakagawa 1988). Contrariamente, as sementes de palmito-vermelho do lote 2, de maior vigor, não apresentaram maior tolerância à desidratação pois o teor de água deste lote que causou a morte de todas as sementes foi maior do que do lote 1, de menor vigor.

As sementes de *E. spiritosantensis* são recalitrantes, apresentando porcentagem alta de germinação (90,0% a 87,5%) quando não desidratadas (teor inicial de água de 51,4% a 46,6%). Abaixo de uma faixa de teor de água situada entre 40,7% e 51,4%, os valores de vigor e germinação foram significativamente reduzidos e a mortalidade total das sementes foi observada, com a redução do teor de água das sementes a uma faixa situada entre 13,4% e 15,8%.

Tabela 2. Médias das características utilizadas na avaliação da tolerância à dessecação de sementes de *E. spiritosantensis*, Lotes 1 e 2.

Características utilizadas	Lote 1 - Teor de água das sementes (%)								
	51,4	45,4	42,8	40,3	34,3	28,7	20,1	15,6	13,4
Embriões (%)	93,7 a	80,0 b	72,5 b	71,2 b	48,7 c	17,5 d	8,7 de	3,7 e	0
Botões germinativos (%)	93,7 a	63,7 bc	68,7 b	55,0 c	37,5 d	7,5 c	2,5 c	1,2 e	0
Plúmulas (%)	83,7 a	53,7 b	57,7 b	30,0 c	20,0 c	3,7 d	2,5 d	1,2 d	0
Germinação (%)	87,5 a	55,0 b	58,7 b	32,5 c	23,7 c	3,7 d	2,5 d	1,2 d	0
Sementes mortas (%)	6,2 e	20,0 d	27,5 d	28,7 d	51,2 c	82,5 b	91,2 ab	96,2 a	100,0
Plântulas anormais (%)	6,3 cd	25,0 b	13,8 c	38,8 a	25,0 b	13,8 c	6,3 cd	2,5 d	0
IVPE	3,77 a	1,87 b	0,97 c	0,87 c	0,46 d	0,16 e	0,06 e	0,03 e	0
IVEBG	2,18 a	0,82 b	0,71 b	0,50 c	0,31 c	0,05 c	0,01 e	0,01 e	0
IVEP	0,67 a	0,32 b	0,30 b	0,16 c	0,91 c	0,01 d	0,00 d	0,00 d	0
Comprimento de parte aérea (mm)	9,37 a	6,42 a	8,05 a	7,05 a	6,90 a	3,17 b	3,00b	1,00 b	0
Comprimento de radícula (mm)	38,9 a	25,80 bc	29,75 b	17,77 d	20,20 cd	8,57 e	5,25 e	1,25 e	0
Comprimento total (mm)	48,3 a	32,25 bc	37,80 ab	24,82 c	27,10 c	11,75 d	8,25 d	2,25 d	0
	Lote 2 - Teor de água das sementes(%)								
	46,6	40,7	36,9	35,1	30,8	26,9	23,1	18,3	15,8
Embriões (%)	95,0 a	89,0 a	84,0 b	68,0 c	53,0 d	24,0 e	8,0 f	1,0 g	0
Botões germinativos (%)	93,0 a	88,0 ab	81,0 b	60,0 c	38,0 d	13,0 e	4,0 ef	0 f	0
Plúmulas (%)	91,0 a	87,0 a	64,0 b	41,0 c	25,0 d	4,0 e	1,0 e	0 e	0
Germinação (%)	90,0 a	87,0 a	72,0 b	52,0 c	27,0 d	8,0 e	3,0 e	0 e	0
Sementes mortas (%)	5,0 g	11,0 fg	16,0 f	32,0 e	47,0 d	76,0 c	92,0 b	99,0 a	100,0
Plântulas anormais (%)	5,0 c	2,0 c	12,0 b	16,0 b	26,0 a	16,0 b	5,0 c	1,0 c	0
IVPE	4,60 a	1,99 b	1,52 b	0,92 c	0,60 cd	0,26 de	0,07 e	0,01 e	0
IVEBG	2,45 a	1,60 b	1,14 c	0,74 d	0,46 e	0,13 f	0,04 f	0 f	0
IVEP	1,06 a	0,77 b	0,52 c	0,29 d	0,17 d	0,03 e	0,01 e	0 e	0
Comprimento de parte aérea (mm)	10,65 a	9,40 ab	8,87 ab	7,15 b	8,50 ab	6,80 b	2,50 c	0 c	0
Comprimento de radícula (mm)	42,45 a	33,05 ab	27,70 bc	20,00 cd	21,00 cd	15,70 d	4,25 e	0 e	0
Comprimento total (mm)	53,10 a	42,47 ab	36,55 bc	27,17 cd	29,52 cd	22,50 d	6,75 e	0 e	0

Médias do mesmo lote, seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste t (P>0,05).

IVPE: índice de velocidade de protrusão de embrião; IVEBG: índice de velocidade de emissão de botão germinativo; IVEP: índice de velocidade de emissão de plúmula.

Referências bibliográficas

- ANDRADE, A.C.S. & PEREIRA, T.S. 1997. Comportamento de armazenamento de sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.). Pesquisa Agropecuária Brasileira 32:987-991.
- ARAUJO, E.F., SILVA, R.F. & ARAUJO, R.F. 1994. Avaliação da qualidade de sementes de açaí armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. Revista Brasileira de Sementes 16:76-79.
- BARBEDO, C.J. & MARCOS FILHO, J. 1998. Tolerância à dessecação em sementes. Acta Botanica Brasílica 12:145-164.
- BECWAR, M.R., STANWOOD, P.C. & ROSS, E.E. 1982. Dehydration effects imbibitional leakage from desiccation sensitive seeds. Plant Physiology 69:1132-1135.
- BERJAK, P. & PAMMENTER, N.W. 1994. Recalcitrant is not an all-or-nothing situation. Seed Science Research 4:263-264.
- BOVI, M.L.A. & CARDOSO, M. 1978. Conservação de sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.). Bragantia 37:65-71.
- BOVI, M.L.A., GODOY-JUNIOR, G. & SAES, L.A. 1987. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônomo de Campinas. Agrônomo 39:129-174.
- BRASIL. 1992. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal, Brasília.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. 1988. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3rd ed. Fundação Cargill, Campinas.
- CHIN, H.F. 1988. Recalcitrant seeds; a status report. IBPGR, Rome.
- EIRA, M.T.S., SALOMÃO, A.N., CUNHA, R., CARRARA, D.K. & MELLO, C.M.C. 1994. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze - Araucariaceae. Revista Brasileira de Sementes 6:71-75.
- ELLIS, R.H., HONG, T.D. & ROBERTS, E.H. 1990. An intermediate category of seed storage behaviour? Journal of Experimental Botany 41:1167-1174.
- ELLIS, R.H., HONG, T.D., ROBERTS, E.H. & SOETISNA, U. 1991. Seed storage behaviour in *Elaeis guineensis*. Journal of Experimental Botany 1:99-104.
- FARRANT, J.M., PAMMENTER, N.W. & BERJAK, P. 1988. Recalcitrance—a current assessment. Seed Science and Technology 16:155-166.
- FARRANT, J.M., PAMMENTER, N.W. & BERJAK, P. 1989. Germination-associated events and the desiccation sensitivity of recalcitrant seeds – a study on three unrelated species. Planta 178:189-198.
- FARRANT, J.M., PAMMENTER, N.W. & BERJAK, P. 1992. Development of the recalcitrant (homoiohydrous) seeds of *Avicennia marina*: anatomical, ultrastructural and biochemical events associated with development from histodifferentiation to maturation. Annals of Botany 70:75-86.
- FERREIRA, S.A.N. & SANTOS L.A. 1992. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.). Acta Amazonica 22: 303-307.
- FIGLIOLIA, M.B., SILVA, A. YAMAZOE, G. & SIQUEIRA, A.C.M.F. 1987. Conservação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes embalagens e ambientes de armazenamento. Boletim Técnico do Instituto Florestal 41:355-368.
- FINCH-SAVAGE, W.E., CLAY, H.A., BLAKE, P.S. & BROWNING, G. 1992. Seed development in the recalcitrant species *Quercus robur* L.: water status and endogenous abscisic acid levels. Journal Experimental Botany 43:671-679.
- HERTER, U. & BURRIS, J.S. 1989. Effect of drying rate and temperature on drying injury of corn seed. Canadian Journal of Plant Science 69:763-774.
- HONG, T.D. & ELLIS, R.H. 1990. A comparison of maturation drying, germination, and desiccation tolerance between developing seeds of *Acer pseudoplatanus* L. and *Acer platanoides* L. New Phytologist 116:589-596.
- HONG, T.D. & ELLIS, R.H. 1992. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. Seed Science and Technology 20:547-560.
- HONG, T.D. & ELLIS, R.H. 1995. Interspecific variation in seed storage behaviour within two genera – *Coffea* and *Citrus*. Seed Science and Technology 23:165-168.
- LEÃO, M. & CARDOSO, M. 1974. Estudos sobre o cultivo do palmito. O Agrônomo 26:1-18.
- LIN, S.S. 1986. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmito. Revista Brasileira de Sementes 8:57-66.
- MAGUIRE, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science 2:176-177.
- MARTINS, C.C. & CARVALHO, N.M. 1994. Fontes de deterioração na produção de sementes de soja e respectivas anormalidades nas plântulas. Revista Brasileira de Sementes 16:168-182.
- PRIESTLEY, D.A. & WILIAMS, S.E. 1985. Changes in cotyledonary lipids during drying of cocoa (*Theobroma cacao* L.) seeds. Tropical Agriculture 63:65-67.
- PRITCHARD, H.W. 1991. Water potential and embryonic axis viability in recalcitrant seeds of *Quercus rubra*. Annals of Botany 67:43-49.
- PROBERT, R.J. & LONGLEY, P.L. 1989. Recalcitrant seed storage physiology in three aquatic grasses (*Zizania palustris*, *Spartina anglica* and *Portesia coarctata*). Annals of Botany 63:53-63.
- SEYEDIN, N., BURRIS, J.S. & FLYNN, T.E. 1984. Physiological studies on the effects of drying temperatures on corn seed quality. Canadian Journal of Plant Science 64:497-504.