

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Armazenamento de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*
(Willd. ex Spreng.) K. Schum.)**

Eniel David Cruz

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia**

Piracicaba
2006

Eniel David Cruz
Engenheiro Agrônomo

**Armazenamento de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*
(Willd. ex Spreng.) K. Schum.)**

Orientador:
Prof. Dr. **Silvio Moure Cícero**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2006

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Cruz, Eniel David

Armazenamento de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd.
ex Spreng.) K. Schum.) / Eniel David Cruz . - - Piracicaba, 2006.
66 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Armazenamento agrícola 2. Cupuaçu 3. Sementes – Vigor I. Título

CDD 634.6

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

Dedico:

Ao Professor Walter Rodrigues da Silva (*in memorium*) pela amizade, dedicação e pelos ensinamentos sempre tão simples e objetivos.

Ofereço:

A minha esposa Elinéa e as minhas filhas Elaine e Érica que representam quase tudo na minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela saúde, determinação e persistência para alcançar meus objetivos.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP/ESALQ) pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Ao Prof. Dr. Silvio M. Cícero pela orientação, sugestões e apoio.

À Prof^ª. Dra. Ana Dionísia da L. C. Novembre pelo apoio durante o curso.

Aos colegas José E. Urano de Carvalho e Carlos H. Müller pelas sugestões apoio durante a condução dos experimentos.

Ao colega Moacyr B. Dias Filho pela amizade e pelas sugestões no planejamento dos ensaios e análise estatística dos dados.

À Embrapa pelo apoio técnico e financeiro e pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Aos funcionários da Embrapa José R. Q. Fernandes, José do Socorro de O. Aviz, Antonio Fontel, Marcos V. Farias da Silva, Roberto J. Tavares de Souza e Olavo T. Loureiro, pelo auxílio na preparação das sementes e condução dos experimentos.

Aos funcionários do Serviço de Pós-Graduação da ESALQ/USP pelo apoio recebido durante o curso.

À bibliotecária Kátia M.A. Ferraz, pelo apoio recebido no uso da biblioteca, e a Eliana M. Garcia pelo auxílio na formatação da tese.

A Dras. Helena M. C. P. Chamma e Maria H. Duarte de Moraes pelo apoio e sugestões recebidas durante a condução dos testes preliminares realizados na ESALQ/USP.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes João E. Jabur Filho, Flávia Oliveira e Ilze H. C. G. das Neves pela amizade e auxílio prestados durante o curso.

Aos colegas de curso Ana L. P. Kikuti, Aurenny P. Luns, Walnice M. Oliveira do Nascimento e Alderi Emídio de Araújo pela amizade e bons momentos compartilhados.

A minha esposa Elinéa e as minhas filhas Elaine e Érica pelo amor, carinho e compreensão pelas presenças ausentes.

A todos que me ajudaram a realizar este e a enfrentar os momentos difíceis.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1 Revisão bibliográfica.....	15
2.1.1 Taxonomia.....	15
2.1.2 Importância econômica.....	15
2.1.3 Propagação.....	16
2.1.4 Armazenamento de sementes.....	16
2.2 Material e métodos.....	19
2.2.1 Local de condução dos experimentos.....	19
2.2.2 Colheita dos frutos.....	20
2.2.3 Extração e preparo das sementes.....	20
2.2.4 Avaliação da qualidade das sementes.....	20
2.2.4.1 Experimento 1: efeito da secagem na qualidade fisiológica das sementes.....	20
2.2.4.1.1 Obtenção dos tratamentos.....	20
2.2.4.1.2 Grau de umidade.....	21
2.2.4.1.3 Emergência de plântulas.....	21
2.2.4.1.4 Velocidade de emergência das plântulas.....	23
2.2.4.1.5 Germinação.....	24
2.2.4.1.6 Plântulas anormais.....	24
2.2.4.1.7 Sementes mortas.....	24
2.2.4.1.8 Diâmetro do colo.....	24
2.2.4.1.9 Comprimento da parte aérea de plântulas.....	25
2.2.4.1.10 Massa seca das plântulas.....	25
2.2.4.1.11 Delineamento experimental e análise estatística.....	25

2.2.4.2 Experimento 2: efeito da temperatura sobre a qualidade fisiológica das sementes.....	25
2.2.4.2.1 Obtenção dos tratamentos.....	25
2.2.4.2.2 Avaliação da qualidade das sementes.....	26
2.2.4.2.3 Delineamento experimental e análise estatística.....	26
2.2.4.3 Experimento 3: efeito do grau de umidade das sementes e da temperatura do ambiente na qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento.....	26
2.2.4.3.1 Obtenção dos tratamentos.....	26
2.2.4.3.2 Armazenamento das sementes.....	27
2.2.4.3.3 Avaliação qualitativa das sementes.....	27
2.2.4.3.4 Germinação de sementes na embalagem.....	27
2.2.4.3.5 Delineamento experimental e análise estatística.....	27
2.3 Resultados e discussão.....	28
2.3.1 Experimento 1: efeito da secagem na qualidade fisiológica das sementes.....	28
2.3.2 Experimento 2: efeito da temperatura sobre a qualidade fisiológica das sementes.....	31
2.3.3 Experimento 3: efeito do grau de umidade das sementes e da temperatura do ambiente na qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento.....	35
2.3.3.1 No início do armazenamento.....	35
2.3.3.2 Durante o armazenamento.....	36
2.3.3.2.1 Teor de água.....	36
2.3.3.2.2 Sementes germinadas no interior das embalagens.....	37
2.3.3.2.3 Emergência.....	38
2.3.3.2.4 Velocidade de emergência.....	39
2.3.3.3.5 Germinação.....	41
2.3.3.3.6 Sementes mortas.....	43
2.3.3.3.7 Plântulas anormais.....	44
2.3.3.3.8 Diâmetro do colo, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas.....	45
3 CONCLUSÕES.....	48

REFERÊNCIAS..... 49
ANEXOS..... 57

RESUMO

Armazenamento de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.)

Sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K, Schum.) são recalcitrantes e requerem conhecimento sobre os fatores que afetam a manutenção da qualidade. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos do teor de água das sementes e da temperatura do ambiente na manutenção da qualidade das sementes em três ensaios. Inicialmente foram avaliados os efeitos do dessecamento na qualidade das sementes; posteriormente, os efeitos das temperaturas de 10°C, 15°C e 20°C foram avaliados sobre as sementes armazenadas por períodos de zero, cinco, 10, 15, 20 e 25 horas; finalmente, os efeitos dos graus de umidade (59,4%, 51,6%, 42,4%, 35,4% e 28,7%) e das temperaturas (20°C e ambiente não controlado) em sementes acondicionadas em sacos de polietileno foram avaliados em intervalos de 15 dias, durante dois meses. Para todos os ensaios foram realizadas avaliações de umidade, germinação e vigor. A dessecação de sementes de cupuaçu até 41,4% de água não afeta a sua qualidade fisiológica e, ao atingirem 14,6% de água as sementes morrem. Entre as temperaturas testadas, a de 20°C foi a que proporcionou melhor desempenho das sementes durante o armazenamento. A combinação do grau de umidade de 59,4% e temperatura de 20°C, juntamente as combinações do grau de umidade de 51,6% e temperaturas 20°C e ambiente não controlado, possibilitam o armazenamento das sementes por até 60 dias.

Palavras-chave: fruteira tropical; secagem; armazenamento; deterioração; vigor

ABSTRACT

Storage of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) seeds

Cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K, Schum.) has recalcitrant seeds which require knowledge on the factors that affect their quality during the storage. The objective of this study was to verify the effects of seed moisture content and ambient temperature during the storage. Firstly, it was evaluated the effects of desiccation on seed quality. Afterward, it was evaluated the effects of temperatures (10°C, 15°C and 20°C) and storage periods (zero, five, 10, 15, 20 and 25 hours). Finally, it was evaluated the effects of seed moisture contents (59.4%, 51.6%, 42.4%, 35.4% and 28.7%) and temperatures (20°C and ambient with no control temperature) on packed seeds in polyethylene bags evaluated at intervals of 15 days for two months. For all experiments it was quantified seed moisture content, germination and vigor. Cupuassu seeds can be desiccated to as low as 41.4% of moisture content with no reduction of the physiological quality, and at 14.6 of moisture content all seeds were dead. Temperature of 20°C was that which maintain initial seed quality for 25 hours. Association of the seed moisture content 59.4% with temperature of 20°C and moisture content of 51.6% with 20°C and ambient with no control temperature make possible seed storage for 60 days.

Keywords: tropical fruit; drying; storage; deterioration; vigor

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sementes de <i>T. grandiflorum</i> após a extração do fruto (A), em início de remoção da polpa (B) e após a remoção parcial da polpa (C).....	20
Figura 2 - Bandeja utilizada durante a secagem das sementes.....	21
Figura 3 - Viveiro onde foram realizados os testes de emergência de plântulas.....	22
Figura 4 - Plântula de <i>T. grandiflorum</i> considerada emersa no teste de emergência de plântulas.....	23
Figura 5 - Plântulas de <i>T. grandiflorum</i> classificadas como normais no teste de germinação.....	24
Figura 6 - Níveis crítico (NC) e letal (NL) de secagem em sementes de <i>T. grandiflorum</i>	30
Figura 7 - Efeito das temperaturas durante o armazenamento na germinação de sementes <i>T. grandiflorum</i>	33
Figura 8 - Emergência (A) e germinação (B) em sementes de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento nos tratamentos 59,4% de água e câmara a 20°C (59,4% C) e 51,6% ambiente não controlado e 20°C (51,6% A e 51,6% C, respectivamente).....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grau de umidade (U), emergência de plântulas (E), velocidade de emergência de plântulas (IVE), germinação (G), sementes mortas (SM) e plântulas anormais (PA), determinados em sementes de <i>T. grandiflorum</i> durante a secagem.....	29
Tabela 2 - Grau de umidade (U), diâmetro do colo (DC), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS), determinados em plântulas de <i>T. grandiflorum</i> durante a secagem.....	31
Tabela 3 - Temperatura do ambiente (TA), período de exposição das sementes (PE), emergência de plântulas (E), velocidade de emergência de plântulas (IVE), germinação (G) sementes mortas (SM) e plântulas anormais (PA), determinados em sementes de <i>T. grandiflorum</i> durante a avaliação do efeito da temperatura na qualidade das sementes.....	32
Tabela 4 - Temperatura do ambiente (TA), período de exposição das sementes (PE), diâmetro do colo (DC), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS), determinados em plântulas de <i>T. grandiflorum</i> durante a avaliação do efeito da temperatura na qualidade das sementes.....	34
Tabela 5 - Grau de umidade (U), emergência de plântulas (E), velocidade de emergência de plântulas (IVE), germinação (G), sementes mortas (SM) e plântulas anormais (PA), determinados em sementes de <i>T. grandiflorum</i> no início do armazenamento.....	35
Tabela 6 - Grau de umidade (U), diâmetro do colo (DC), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS), determinados em plântulas de <i>T. grandiflorum</i> no início do armazenamento.....	36
Tabela 7 - Grau de umidade de sementes de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	37
Tabela 8 - Sementes de <i>T. grandiflorum</i> germinadas (%) no interior das embalagens durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	38

Tabela 9 - Emergência (%) de sementes de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	39
Tabela 10 - Velocidade de emergência de plântulas de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	40
Tabela 11 - Germinação (%) de sementes de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	42
Tabela 12 - Sementes mortas (%) de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	44
Tabela 13 - Plântulas anormais (%) de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	45
Tabela 14 - Diâmetro do colo de plântulas (mm) de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	46
Tabela 15 - Comprimento de plântulas (cm) de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	46
Tabela 16 - Massa seca de plântulas (g.plântula ⁻¹) de <i>T. grandiflorum</i> durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C.....	47

1 INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.), que pertence a família Sterculiaceae, é uma espécie arbórea, frutífera, nativa da Amazônia, com potencial de exploração da polpa, a qual corresponde a aproximadamente 36 a 40% do peso do fruto (SANTOS; CONDURÚ, 1972; BARBOSA; NAZARÉ; NAGATA, 1979; CALZAVARA; MÜLLER; KAHWAGE, 1984). Consume-se a polpa de cupuaçu geralmente de forma *in natura*, sendo mais comum na forma de sucos, doces e licor (CAVALCANTE, 1991), cosméticos (GONDIM et al., 2001) e para fins medicinais (CAVALCANTE; COSTA, 1997).

A propagação do cupuaçuzeiro pode ser sexuada ou assexuada. Embora a propagação assexuada, por enxertia, seja muito utilizada visando a produção de mudas, a disponibilidade de sementes de boa qualidade é necessária para produção de porta-enxertos.

Sementes de cupuaçu são consideradas recalcitrantes (VILLACHICA et al., 1996; CARVALHO et al., 1999) e apresentam curto período de viabilidade. Nas sementes recalcitrantes o reduzido período de viabilidade durante o armazenamento é devido a sensibilidade à redução do teor de água e à ocorrência de injúrias térmicas quando armazenadas em temperaturas próximas de zero (HONG; ELLIS, 1996). Contudo, há considerável variação na fisiologia de pós-colheita dessas sementes com relação aos teores de água limitantes para a manutenção da viabilidade (PAMMENTER; BERJAK; WALTERS, 2000) e na temperatura de armazenamento (HONG; ELLIS, 1996; GENTIL; SILVA; FERREIRA, 2004; NASCIMENTO, 2006).

O sucesso no armazenamento de sementes recalcitrantes está condicionado à manutenção de elevado teor de água das sementes e o armazenamento na temperatura mais baixa possível. A embalagem deve ser de polietileno, de modo a evitar perda de vapor de água e permitir trocas gasosas necessárias à manutenção da viabilidade das sementes (BONNER, 1995).

Sementes de cupuaçu apresentam teor de água, após a remoção parcial da polpa, entre 48,5% e 51,6%, com germinação variando de 87,2% a 100% (CARVALHO et al., 1999; GATO, 1992). A qualidade fisiológica das sementes é afetada quando há redução do grau de umidade, devendo a sementeira ser efetuada imediatamente após o

beneficiamento (FIGUEIREDO; CARVALHO; ROCHA NETO, 1999). De acordo com Souza e Silva (1999) sementes de cupuaçu não toleram grau de umidade abaixo de 40%. Carvalho et al. (1999) observaram que a redução do teor de água de 48,5% para 18,8% reduz a germinação para cerca de 5%. Para Müller e Carvalho (1997) a perda da viabilidade em sementes de cupuaçu ocorre quando o teor de água é reduzido para valores entre 15% e 17%.

A temperatura de acondicionamento de sementes de cupuaçu também é restrigente na manutenção da viabilidade. Para Souza e Silva (1999), temperatura abaixo de 15°C é limitante para sementes de cupuaçu. Müller e Carvalho (1997) citaram que a exposição das sementes à temperatura de 4°C, por quatro horas, acarretou perda total da germinação. Figueiredo; Carvalho e Rocha Neto (1999) também observaram que houve redução na qualidade fisiológica de sementes, expressa pela porcentagem final de emergência, quando foram expostas à temperatura de 16±2°C, por um período de 240 a 480 horas.

Assim sendo, o presente trabalho objetivou verificar os efeitos do grau de umidade das sementes e da temperatura do ambiente na manutenção da qualidade das sementes de *T. grandiflorum*.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Taxonomia

O gênero *Theobroma* é constituído por vinte e duas espécies e com ocorrências restritas a América tropical (CUATRECASAS, 1964). Na Amazônia brasileira, o gênero é formado pelas espécies *T. bicolor* Humb & Bonpl., *T. cacao* L., *T. canumanense* Pires et Fróes, *T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., *T. microcarpum* Mart., *T. obovatum* Klotsch ex Bernoulli, *T. speciosum* Willd., *T. subincanum* Mart. e *T. sylvestre* Mart. (CUATRECASAS, 1964). Todas as espécies apresentam frutos comestíveis, exceto *T. sylvestre* (MONTEIRO, 1996) e somente *T. cacao* e *T. grandiflorum*, atualmente, têm importância econômica, sendo cultivadas em larga escala (SOUZA et al., 2006)

O cupuaçuzeiro tem sua ocorrência natural no sudoeste do Estado do Pará e oeste do Maranhão (CUATRECASAS, 1964) e, atualmente, encontra-se disseminado em todos os estados da região norte e outras regiões do Brasil e até no exterior (ALVES, 2002; CAVALCANTE, 1991).

2.1.2 Importância econômica

Até os anos 70 toda a produção de cupuaçu era originária de extrativismo e, a partir desse período, iniciou-se a produção em áreas cultivadas (ALVES, 2002). Estatísticas mostram que o cultivo dessa cultura no Estado do Pará tem se expandido nos últimos, cuja área cultivada já atingiu 9.758 ha (PARÁ, 2004a), com uma produção de 32 toneladas de frutos. Essa produção representa 8,2% do valor bruto da produção agrícola do Estado (PARÁ, 2004b).

É uma espécie que pode ser cultivada com sombra parcial ou a pleno sol, o que possibilita o seu cultivo em consórcio com outras espécies como açazeiro, pupunheira, mamoeiro e seringueira (MÜLLER; CARVALHO, 1997; GASPAROTTO; ARAÚJO; SILVA, 1997). No Estado do Amazonas o cupuaçuzeiro aparece como o principal componente arbóreo nos sistemas agroflorestais (MACÊDO; MOTA, 1998).

2.1.3 Propagação

O cupuaçuzeiro pode ser propagado via sexuada, por meio de sementes, e assexuada, principalmente por enxertia. A propagação por sementes é a forma mais utilizada, porém, as plantas obtidas geralmente apresentam grande variabilidade, visto que esta espécie é de polinização cruzada (CARVALHO; MÜLLER, 2004).

Sementes de cupuaçu são aderidas à polpa mucilaginosa que deve ser removida antes da semeadura. A remoção pode ser efetuada por meio de despulpamento mecânico ou com o auxílio de tesouras (SOUZA et al., 1999). As despulpadeiras mecânicas geralmente provocam danos mecânicos nas sementes e deixam maior quantidade de polpa envolvendo o tegumento, que pode acelerar a fermentação e causar a morte do embrião (VILLACHICA et al., 1996). A quantidade de sementes despulpada com este tipo de beneficiamento depende do equipamento utilizado, mas estima-se que podem ser beneficiadas de 3.500 a 90.000 sementes por hora (CARVALHO et al., 1999). O despulpamento com tesoura é mais lento, a quantidade de polpa removida é maior e não causa danos às sementes, podendo propiciar um rendimento de cerca de 190 sementes.hora⁻¹.homem⁻¹ (CALZAVARA; MÜLLER; KAHWAGE, 1984).

A propagação por estaquia é difícil mesmo com o uso de substâncias indutores do enraizamento. Geralmente são necessários períodos superiores a 100 dias para que ocorra o enraizamento das estacas. A ampliação do conhecimento sobre esse tipo de propagação é de interesse econômico, visto que plantas de um mesmo clone, propagadas por enxertia, apresentam diferenças na produção de frutos, o que pode estar associada a influência do porta-enxerto (SOUZA et al., 2006).

2.1.4 Armazenamento de sementes

O principal objetivo do armazenamento de sementes é assegurar material de boa qualidade para a época de plantio. Esta é uma prática normalmente utilizada para a maioria das espécies. Entretanto, a manutenção da alta porcentagem de germinação das sementes no armazenamento dependerá, entre outros fatores, do teor de água das sementes, da temperatura do ar, da ação de fungos e insetos e das embalagens de acondicionamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Entretanto, os fatores que mais

influenciam na longevidade das sementes são o teor de água e a temperatura do ambiente (COPELAND; MCDONALD, 1995; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; PROBERT; HAY, 2000). Portanto, a redução do teor de água das sementes e da temperatura do ambiente é fundamental para que se obtenha sucesso no armazenamento a longo prazo de todos os tipos de sementes (RÜHL, 1995).

A capacidade das sementes em tolerar a dessecação e a conservação em baixas temperaturas é variável entre as espécies. Roberts (1973) definiu duas categorias de sementes durante o armazenamento, denominadas ortodoxas e recalcitrantes. Sementes ortodoxas são aquelas em que o teor de água pode ser reduzido para 2-5% e armazenadas em baixas temperaturas. Já as recalcitrantes são sensíveis à redução do teor de água e ao armazenamento em baixa temperatura. Esta sensibilidade à desidratação tem causado problemas para a conservação a longo prazo de recursos genéticos de muitas espécies tropicais (LIANG; SUN, 2000). Posteriormente, outra categoria de sementes, denominada intermediária, foi proposta por Ellis; Hong e Roberts (1990), que se caracteriza por suportar a dessecação e, geralmente, são sensíveis a baixas temperaturas durante o armazenamento. Essa sensibilidade ao frio tem sido o maior desafio nas pesquisas com sementes (BONNER, 1990).

Sementes recalcitrantes geralmente são de tamanho grande, encontradas em algumas espécies aquáticas e em muitas fruteiras e madeireiras tropicais (BONNER, 1995; KRISHNAPILLAY; ENGELMANN, 1995; ROBERTS, 1975). As espécies que possuem sementes recalcitrantes, com menores períodos de viabilidades, são encontradas em regiões tropicais úmidas, onde o ambiente, adequado para a germinação, apresenta pouca variação ao longo do ano (NEVES, 1994; PAMMENTER; BERJAK, 2000), permitindo o estabelecimento imediato das plântulas (BERJAK; PAMMENTER, 2004).

Bonner (1990) classificou as sementes recalcitrantes em recalcitrantes temperadas e recalcitrantes tropicais. Ambas não podem ser desidratadas para valores próximos ao que suportam as ortodoxas e as recalcitrantes temperadas podem ser armazenadas por três a cinco anos em temperaturas próximas de zero, enquanto as recalcitrantes tropicais morrem quando armazenadas em temperaturas abaixo de 10°C a 15°C.

Entre as espécies tropicais com sementes recalcitrantes encontram-se *Theobroma cacao* L., *Mangifera indica* L., *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. e *Cocos nucifera* L. (CHIN, 1980), *Hancornia speciosa* Gom. (OLIVEIRA; VALIO, 1992), *Artocarpus heterophyllus* Lamk. (CHANDEL et al., 1995), *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (CUNHA; EIRA; RITA, 1995), *Inga uruguensis* Hook. et Arn. (BILIA; MARCOS FILHO; NOVENBRE, 1998), *Bactris gasipaes* Kunth (CARVALHO; MÜLLER, 1998), *Carapa guianensis* Aubl. e *C. procera* DC. (CONNOR et al., 1998), *Euterpe espirosantensis* Fernandes (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999), *Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude (MARTINS; BOVI; NAKAGAWA, 2003), *E. oleraceae* Mart. (NASCIMENTO; SILVA, 2005), *Calophyllum brasiliense* Cambess. (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006), entre outras.

Embora as sementes recalcitrantes, principalmente as tropicais, tenham vida curta no armazenamento, pesquisadores têm procurado determinar as condições (grau de umidade e temperatura) em que seja possível retardar a perda da viabilidade. Com relação ao grau de umidade, Dickie e Pritchard (2002), citaram que o teor de água das sementes no qual não há comprometimento da viabilidade, também denominado de nível de segurança (HONG; ELLIS, 1992), deve ser entre 25% e 40%. Para a temperatura de armazenamento, normalmente, se recomenda que seja superior a 15°C (CHIN, 1978) e entre 7°C e 17°C (PROBERT; HAY, 2000).

A variação na susceptibilidade a danos fisiológicos durante o armazenamento pode ocorrer não somente entre espécies, mas entre lotes da mesma espécie. Assim sendo, é necessário considerar cada espécie individualmente quando se tenta determinar o grau de umidade para a manutenção da viabilidade, pois não há um padrão abaixo do qual os danos começam a ocorrer (KING; ROBERTS, 1980).

Estudando os efeitos do grau de umidade e da temperatura de acondicionamento em sementes de *E. oleraceae* Mart., Nascimento (2005) observou que a combinação do teor de água de 43,4% e temperatura de 20°C foi a melhor condição para o armazenamento das sementes por até 270 dias. Em *H. brasiliensis* a viabilidade das sementes foi mantida por 180 dias quando o armazenamento se deu em ambiente com temperatura de $\pm 27^{\circ}\text{C}$ e com as sementes apresentando teor de água variando entre 32% e 45% (PEREIRA, 1980). Para *Eugenia involucrata* DC. a redução do teor de água

das semente para 53% viabilizou a sua conservação por até 180 dias na temperatura de 8°C (MALUF; BILIA; BARBEDO, 2003). Em *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, a condição que favoreceu a conservação das sementes, por até 280 dias, foi quando se associou o seu teor de água de 43% com a temperatura de 10°C (GENTIL; SILVA; FERREIRA, 2004). Para *Inga uruguensis* Hook. & Arn., Bilia; Marcos Filho e Novembre (1998) reportam que a condição adequada para o armazenamento das sementes foi em câmara fria (10°C) e o teor de água das sementes em torno de 50%. Em *T. cacao* sementes com 35% de água e armazenadas a 22°C apresentaram germinação superior a 50% após seis meses de armazenamento (HOR; CHIN; KARIM, 1984).

Sementes de cupuaçu iniciam a germinação 13 dias após a sementeira e se estabiliza após 25 dias, quando atinge valor superior a 90% (VILLACHICA et al., 1996). A sensibilidade à desidratação foi reportada por Carvalho et al. (1999) que obtiveram cerca de 70% de germinação quando o teor de água das sementes foi reduzido para 23,1% e, cerca de 5% quando o teor de água foi de 18,8%. A conservação das sementes no fruto é possível por até 12 dias; fora do fruto podem ser conservadas por até oito dias, quando estratificadas em serragem úmida, vermiculita ou carvão vegetal (VILLACHICA et al., 1996). Gato (1992) observou que a conservação das sementes é possível em saco plástico quando armazenadas úmidas (51,6% de água), em temperatura ambiente ($\pm 26,8^{\circ}\text{C}$), alcançando, aos 60 dias, até 44,6% de germinação.

Por apresentarem sensibilidade à redução do teor de água e sensibilidade a baixa temperatura durante o armazenamento, sementes de cupuaçu não podem ser armazenadas por métodos convencionais, necessitando de conhecimento que envolva a redução do grau de umidade e a determinação da temperatura adequada, de modo a possibilitar o armazenamento.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Local de condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Ecofisiologia e Propagação de Plantas da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém/PA (01°28'S; 48°27'O).

2.2.2 Colheita dos frutos

Os frutos foram coletados maduros, após o desprendimento natural das plantas, durante três dias antes da instalação dos ensaios, em plantios na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém/PA, no período de janeiro a maio de 2006.

2.2.3 Extração e preparo das sementes

As sementes foram extraídas manualmente dos frutos (CARVALHO et al., 1999), sendo, em seguida, efetuada com auxílio de tesoura, a remoção parcial da polpa mucilaginosa que reveste a semente (Figura 1). Posteriormente, foi efetuado o descarte das sementes chochas e das sementes que se encontravam aderidas umas às outras. Para o experimento 2, a remoção parcial da polpa foi realizada mecanicamente.



Figura 1 - Sementes de *T. grandiflorum* após a extração do fruto (A), em início de remoção da polpa (B) e após a remoção parcial da polpa (C)

2.2.4 Avaliação da qualidade das sementes

Foi efetuada durante o período de secagem e de armazenamento, nos ensaios discriminados a seguir.

2.2.4.1 Experimento 1: efeito da secagem na qualidade fisiológica das sementes

2.2.4.1.1 Obtenção dos tratamentos

As sementes foram submetidas ao dessecamento em estufa com circulação forçada de ar (Fanem – modelo 320-SE), sobre bandeja com malha de alumínio medindo 20,0 mm x 14,5 mm (Figura 2), em condições naturais de ambiente, com as

temperaturas mínimas e máximas de 24°C e 33°C, respectivamente, e umidades relativas do ar mínimas e máximas de 43% e 97%, respectivamente (Anexo A).

Os tratamentos foram obtidos mediante as determinações dos teores de água a cada 12 horas, sendo a última delas realizadas com 120 horas de secagem; assim, foram obtidos o total de 11 tratamentos.

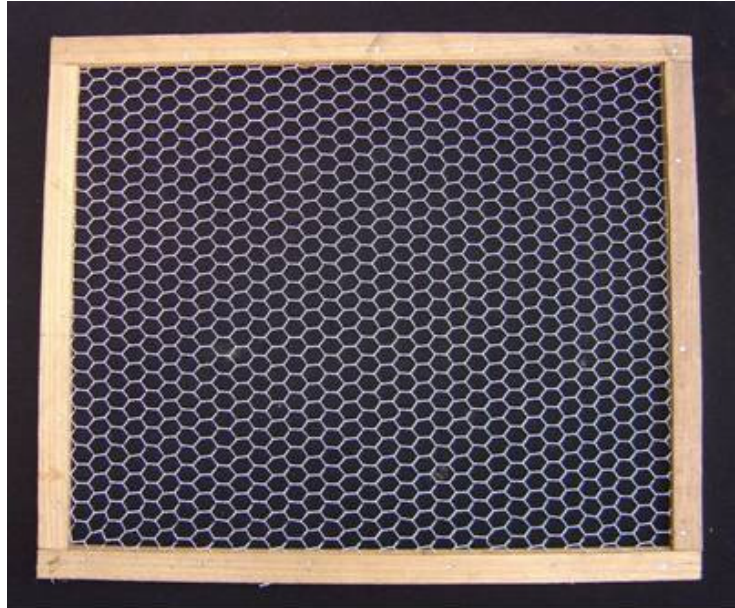


Figura 2 - Bandeja utilizada durante a secagem das sementes

2.2.4.1.2 Grau de umidade

Determinado por meio do método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 1992), utilizando 20 repetições de sementes individuais (CHIN; KRISHAPILLAY; STANWOOD, 1989). Os resultados, expressos em porcentagem, foram calculados com base na massa úmida.

2.2.4.1.3 Emergência de plântulas

Foi realizada entre substrato composto pela mistura de areia e serragem na proporção volumétrica de 1:1, esterilizado em água a 100°C por duas horas, umedecido com 70% da sua capacidade de retenção de água (BRASIL, 1992). Foram empregadas 25 sementes por repetição, semeadas a 1,5 cm de profundidade em vasos plásticos com capacidade de 7 kg do substrato. Os vasos permaneceram em ambiente

desprovido de controles locais de temperatura e de umidade relativa do ar, sob tela preta de polietileno, com cerca de 50% de interceptação de luz solar. Sob a tela e acima dos vasos foi colocada uma cobertura de plástico transparente de modo a permitir a passagem de luz e evitar o excesso de água de chuvas nos recipientes (Figura 3). A irrigação foi efetuada a cada três dias sendo adicionados cerca de 300 ml de água em cada vaso. As plântulas foram consideradas emersas quando a parte aérea encontrava-se a 1,0 cm acima da superfície do substrato (Figura 4). A avaliação das plântulas foi efetuada diariamente até o 30^o dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas emersas.



Figura 3 - Viveiro onde foram realizados os testes de emergência de plântulas



Figura 4 - Plântula de *T. grandiflorum* considerada emersa no teste de emergência de plântulas

Durante a condução dos ensaios de emergência de plântulas foram obtidas, por meio de um termohidrógrafo (Sato, modelo 7210-00), as temperaturas mínima e máxima de 21°C e 40°C, respectivamente, e umidades relativas do ar mínima e máxima de 41% e 96%, respectivamente (Anexos B, C, D, E, F e G).

2.2.4.1.4 Velocidade de emergência das plântulas

Foi obtida concomitantemente com o teste de emergência. Para tanto, foram realizadas contagens diárias, até o 30^o dia após a semeadura, do número de plântulas emersas. Foi calculado o índice de velocidade de emergência (IVE) empregando a equação proposta por MAGUIRE (1962) discriminada a seguir.

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}, \text{ em que}$$

$E_1 + E_2 + \dots + E_n$ = número de plântulas emersas computadas na primeira, segunda,..., e última contagem, respectivamente;

$N_1 + N_2 + \dots + N_n$ = número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda,..., e última contagem, respectivamente.

2.2.4.1.5 Germinação

Foi computada aos trinta dias após a instalação do teste de emergência de plântulas, expressa em porcentagem de plântulas normais (Figura 5).



Figura 5 - Plântulas de *T. grandiflorum* classificadas como normais no teste de germinação

2.2.4.1.6 Plântulas anormais

Foram computadas no final do teste de emergência, as plântulas com raiz primária atrofiada, defeituosa ou ausente e hipocótilo retorcido ao longo do seu comprimento (BRASIL, 1992).

2.2.4.1.7 Sementes mortas

No final do teste de emergência de plântulas foram quantificadas as sementes que se encontravam amolecidas e/ou atacadas por microrganismos (BRASIL, 1992).

2.2.4.1.8 Diâmetro do colo

No encerramento do teste de emergência de plântulas as mesmas foram removidas do substrato para avaliação do vigor. Foi quantificado o diâmetro do colo, o comprimento da parte aérea e a massa seca das plântulas. O diâmetro do colo foi tomado na região imediatamente acima da inserção dos cotilédones, por meio do

quociente entre o somatório das medidas registradas nas plântulas normais e o número de sementes componentes da amostra (NAKAGAWA, 1999).

2.2.4.1.9 Comprimento da parte aérea de plântulas

O comprimento da parte aérea de plântulas, quantificado na região compreendida do colo até extremidade do último par de folhas emitido, foi obtido por meio do quociente entre o somatório das medidas registradas nas plântulas normais e o número de sementes componentes da amostra (NAKAGAWA, 1999).

2.2.4.1.10 Massa seca das plântulas

As plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar (Fanem, modelo 320-SE) a 80°C por 24 horas (NAKAGAWA, 1994). A massa seca foi obtida por meio do quociente entre a massa total das plântulas normais e o número de sementes componentes da amostra (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em g.plântula^{-1} .

2.2.4.1.11 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com 11 tratamentos (graus de umidade) e quatro repetições. Verificou-se pelo teste de homogeneidade de variância (teste de Bartlett), a necessidade de transformação dos dados para fins de análise estatística (ZAR, 1996). Nas transformações foram utilizadas $\arcseno\sqrt{x/100}$, para as variáveis expressas em porcentagem, e $\log(x+1)$ para as demais. Foi realizada análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas por meio do teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As análises foram realizadas por meio do software Statistica (STASOFT, 1999).

2.2.4.2 Experimento 2: efeito da temperatura sobre a qualidade fisiológica das sementes

2.2.4.2.1 Obtenção dos tratamentos

Inicialmente foi efetuada, por meio de uma despoldadeira mecânica, a remoção parcial da polpa e determinado o grau de umidade das sementes, segundo metodologia

utilizada no experimento 1. Imediatamente após a remoção da polpa as sementes foram distribuídas em bandejas plásticas colocadas nas temperaturas de $10\pm 1^{\circ}\text{C}$, $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $20\pm 1^{\circ}\text{C}$. Nas temperaturas de 10°C e 15°C foram utilizados germinadores tipo BOD (Eletrolab). Na temperatura de 20°C foi utilizada câmara de germinação (Percival, modelo PT-80).

As avaliações foram realizadas a cada cinco horas, sendo a última delas feita com 25 horas de exposição das sementes. Assim, foram constituídos 18 tratamentos (10°C associado a 0, 5, 10, 15, 20 e 25 horas de armazenamento; 15°C associado a 0, 5, 10, 15, 20 e 25 horas de armazenamento; 20°C associado a 0, 5, 10, 15, 20 e 25 horas de armazenamento).

2.2.4.2.2 Avaliação da qualidade das sementes

As sementes foram submetidas às mesmas avaliações discriminadas no experimento 1.

2.2.4.2.3 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial 6×3 (6 períodos de armazenamento e 3 temperaturas), com quatro repetições. Os procedimentos estatísticos de análise dos dados foram os mesmos empregados no experimento 1.

2.2.4.3 Experimento 3: efeito do grau de umidade das sementes e da temperatura do ambiente na qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento

2.2.4.3.1 Obtenção dos tratamentos

Com base em dados obtidos no primeiro experimento, foi estimado o tempo de secagem para se obter os tratamentos (graus de umidade) que foram: 58% (zero hora) 52% (20 horas), 46% (40 horas), 40% (55 horas) e 34% (70 horas). Assim, as sementes referentes ao menor grau de umidade foram as primeiras a serem colocadas na estufa, seguidas das demais, de modo que todos os tratamentos fossem obtidos simultaneamente.

Após a secagem, as sementes de cada tratamento foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos transparentes com 0,15 mm de espessura e com dimensões de 15x25 cm; em cada embalagem foram colocadas 35 sementes, de tal maneira que cerca de 2/3 da embalagem fosse preenchida e que depois de amarrada com barbante grosso, deixasse uma bolsa de ar, fazendo-se então neste local quatro perfurações de aproximadamente 1,6 mm de diâmetro (com auxílio de um prego), conforme Pereira (1980). Tal procedimento permite manter o grau de umidade das sementes sem que haja muita alteração durante o armazenamento e, também, uma pequena troca gasosa.

2.2.4.3.2 Armazenamento das sementes

Após a obtenção dos tratamentos, as sementes foram armazenadas em câmara com temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, sendo utilizada uma câmara de germinação (Percival, modelo PT-80) e em ambiente não controlado de laboratório, durante 60 dias. Com um termohidrógrafo (Thies) foram registradas as temperaturas mínima e máxima de $21,5^\circ\text{C}$ e $29,5^\circ\text{C}$, respectivamente, e as umidades relativas do ar mínima e máxima de 74% e 96%, respectivamente (Anexos H, I e J).

2.2.4.3.3 Avaliação qualitativa das sementes

No início do armazenamento e em intervalos de 15 dias as sementes foram submetidas às mesmas avaliações discriminadas no experimento 1.

2.2.4.3.4 Germinação de sementes na embalagem

Foram quantificadas as sementes que germinaram dentro das embalagens, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentavam a protrusão da raiz primária.

2.2.4.3.5 Delineamento experimental e análise estatística

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (graus de umidade) e quatro repetições no início do armazenamento. Durante o armazenamento, foi adotado o delineamento inteiramente casualizado em um esquema

fatorial 2 x 5 (2 condições armazenamento e 5 graus de umidade), sendo a análise estatística efetuada separadamente para cada época de armazenamento. Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância e transformação, semelhante aos procedimentos adotados no experimento 1. A análise estatística seguiu os procedimentos sugeridos por Santos; Moreira; Beltrão (1998).

2.3 Resultados e discussão:

2.3.1 Experimento 1: efeito da secagem na qualidade fisiológica das sementes

O processo de secagem das sementes pode ser classificado como lento, visto que, o tempo demandado para que o teor de água fosse reduzido de 51,1% para 14,6% foi de 120 horas (Tabela 1). Para Marcos Filho (2005) e Pammenter e Berjak (2000) a secagem é rápida quando é realizada durante alguns minutos a algumas horas e lenta quando demanda alguns dias. Em outras espécies tropicais como *E. spiritosantensis* (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999), *M. dubia* (GENTIL; FERREIRA, 2000), *E. edulis* Mart. (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 2000) e *E. oleraceae* Mart. (NASCIMENTO; SILVA, 2005) o tempo requerido para a desidratação das sementes foi maior. Para Martins; Bovi e Nakagawa. (2003), as diferenças nos tempos necessários para a secagem das sementes estão relacionadas à espécie, à temperatura de secagem e à taxa de secagem. Segundo Pammenter; Naidoo e Berjak (2003), sementes recalcitrantes que são desidratadas mais rapidamente podem sobreviver com menor grau de umidade comparada às que desidratam lentamente. Para Marcos Filho (2005) quando a dessecação é relativamente lenta as sementes são expostas a níveis de hidratação que permitem a ocorrência de reações deletérias.

O teor de água inicial das sementes (57,1%) foi superior aos 48,8% observado por Carvalho et al. (1999). Esta diferença provavelmente deveu-se a maior quantidade de polpa que permaneceu aderida às sementes após o beneficiamento, no presente trabalho. A redução do grau de umidade das sementes para 41,4% não alterou as porcentagens de emergência de plântulas, de germinação e de sementes mortas (Tabela 1), bem como o diâmetro do colo, o comprimento de plântulas e a massa seca de plântulas (Tabela 2). Entretanto, houve redução na velocidade de emergência de plântulas nos teores de água inferiores a 41,4% (Tabela 1).

Tabela 1 - Grau de umidade (U), emergência de plântulas (E), velocidade de emergência de plântulas (IVE), germinação (G), sementes mortas (SM) e plântulas anormais (PA), determinados em sementes de *T. grandiflorum* durante a secagem

U (%)	Tempo de secagem (horas)	E (%)	IVE	G (%)	SM (%)	PA (%)
57,1	0	100,0 a ¹	1,406 a	100,0 a	0,0 a	0,0 a
53,7	12	100,0 a	1,455 a	100,0 a	0,0 a	0,0 a
49,8	24	100,0 a	1,414 a	100,0 a	0,0 a	0,0 a
46,5	36	96,0 a	1,361 ab	96,0 a	4,0 a	0,0 a
41,4	48	92,0 a	1,211 b	92,0 a	7,0 a	1,0 ab
35,4	60	76,0 b	1,003 c	76,0 b	23,0 b	1,0 ab
28,3	72	32,0 c	0,373 d	32,0 c	67,0 c	1,0 ab
23,2	84	18,0 cd	0,222 de	18,0 cd	78,0 cd	4,0 b
17,4	96	10,0 de	0,118 ef	10,0 de	88,0 de	2,0 ab
15,5	108	1,0 e	0,013 f	1,0 e	99,0 e	0,0 a
14,6	120	0,0 e	0,000 f	0,0 e	100,0 e	0,0 a

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Abaixo de 41,4% de água houve redução da qualidade das sementes, tendo se acentuada quando os graus umidade foram iguais e inferiores a 28,3%; ao atingir 14,6% todas as sementes estavam mortas (Tabela 1). De acordo com Probert e Longley (1989), Pritchard (1991) e Hong e Ellis (1992), sementes recalcitrantes tem a viabilidade reduzida quando o grau de umidade atinge valores considerados críticos e, quando são iguais ou inferiores àqueles considerados letais há perda total da viabilidade. Nas sementes de cupuaçu o nível crítico de umidade foi de 35,4% (Tabela 1 e Figura 6), valor superior aos obtidos em *E. oleraceae* (MARTINS et al., 2000; NASCIMENTO; SILVA, 2005) e em *A. alexandrae* (MARTINS; BOVI; NAKAGAWA, 2003). O nível letal de umidade foi de 14,6% (Tabela 1 e Figura 6), valor inferior ao determinado em *M. dubia* (GENTIL; FERREIRA, 2000) e em *E. oleraceae* (NASCIMENTO; SILVA, 2005).

Com a redução na taxa de germinação houve aumento no percentual de sementes mortas, também reportado por Martins; Bovi e Nakagawa (2003) em *A.*

alexandrae. A redução do grau de umidade acarretou poucas anormalidades nas plântulas, embora tenha sido observada diferenças entre tratamentos. Fato semelhante foi observado por Martins et al. (2000) ao dessecar sementes de *E. oleraceae*.

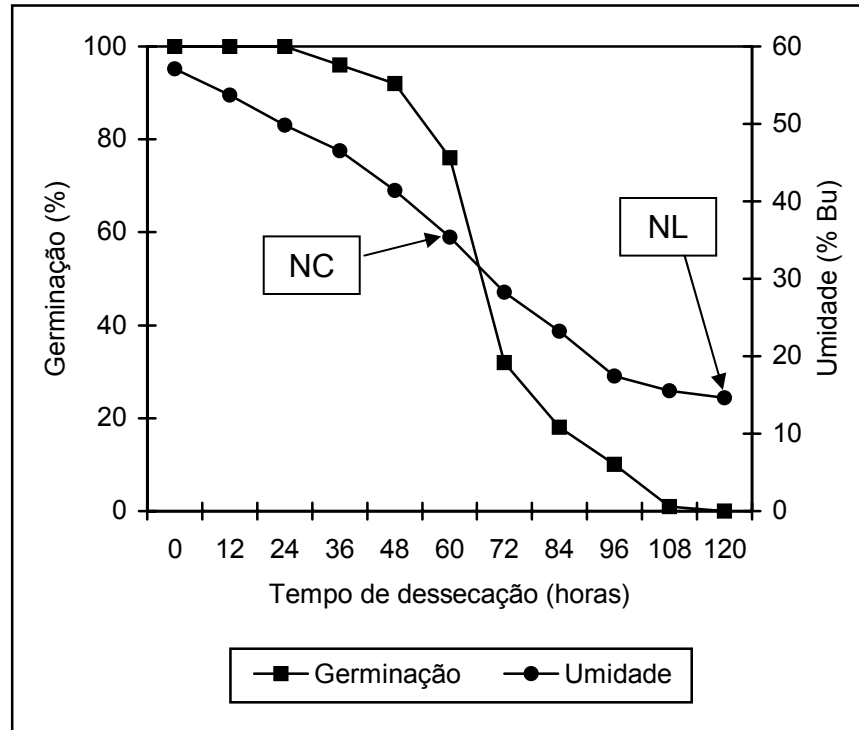


Figura 6 - Níveis crítico (NC) e letal (NL) de secagem em sementes de *T. grandiflorum*

A sensibilidade de sementes de cupuaçu ao dessecamento foi reportada por Carvalho et al. (1999) que, ao reduzirem o teor de água das sementes para 23,1%, observaram queda na porcentagem de germinação. Verificaram também que houve perda total da germinação quando o teor de água situa-se entre 15% e 17%. Assim sendo, os autores classificaram as sementes dessa espécie como recalitrante.

Tabela 2 - Grau de umidade (U), diâmetro do colo (DC), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS), determinados em plântulas de *T. grandiflorum* durante a secagem

U (%)	DC (mm)	CP (cm)	MS (g.plântula ⁻¹)
57,1	3,72 a ¹	19,29 a	0,416 ab
53,7	3,76 a	19,67 a	0,447 ab
49,8	3,63 a	19,62 a	0,476 a
46,5	3,66 a	19,57 a	0,431 ab
41,4	3,30 a	16,55 ab	0,309 ab
35,4	2,66 b	13,25 b	0,261 bc
28,3	1,11 c	5,01 c	0,080 cd
23,2	0,42 d	2,94 cd	0,041 d
17,4	0,39 d	1,42 d	0,113 cd
15,5	0,03 d	0,16 d	0,003 d
14,6	0,00 d	0,00 d	0,000 d

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

2.3.2 Experimento 2: efeito da temperatura sobre a qualidade fisiológica das sementes

O resultado da análise de variância mostrou interação significativa entre as temperaturas de armazenamento e os períodos de armazenamento das sementes para todas as variáveis, exceto na porcentagem de plântulas anormais.

A temperatura de 20°C foi a que propiciou a manutenção da qualidade fisiológica das sementes com maiores percentuais de emergência e de germinação (Tabela 3 e Figura 7) e maiores índices de velocidade de emergência (Tabela 3), de diâmetro do colo, de comprimento de plântula e de massa seca de plântulas (Tabela 4). Esta temperatura também foi que proporcionou menores percentuais de sementes mortas (Tabela 3). Entretanto, observou-se que a porcentagem de emergência de plântulas e de germinação (88%) foi inferior à obtida no ensaio anterior (Tabela 1). Tal fato provavelmente deveu-se ao uso do beneficiamento mecânico na remoção parcial da polpa das sementes. Segundo Gato (1992) e Carvalho et al. (1999), sementes de cupuaçu beneficiadas mecanicamente apresentaram germinação inferior às

beneficiadas manualmente, com auxílio de tesoura, devido a danos ao tegumento, os quais afetam a radícula e o eixo embrionário, localizados próximo ao tegumento. Além disso, no beneficiamento mecânico maior quantidade de polpa fica aderida ao tegumento, possibilitando o surgimento de fungos que podem dificultar a germinação das sementes.

Tabela 3 - Temperatura do ambiente (TA), período de exposição das sementes (PE), emergência de plântulas (E), velocidade de emergência de plântulas (IVE), germinação (G), sementes mortas (SM) e plântulas anormais (PA), determinados em sementes de *T. grandiflorum* durante a avaliação do efeito da temperatura na qualidade das sementes

Tratamentos		E	IVE	G	SM ²	PA ^{NS}
TA (°C)	PE (horas)	(%)		(%)	(%)	(%)
10	0	88,0 a ¹	1,150 a	88,0 a	9,6 a	2,0
15	0	88,0 a	1,150 a	88,0 a	9,6 a	2,0
20	0	88,0 a	1,150 a	88,0 a	9,6 a	2,0
10	5	0,0 c	0,000 d	0,0 c	99,9 c	0,0
15	5	41,0 b	0,520 c	41,0 b	57,0 b	2,0
20	5	85,0 a	1,096 a	85,0 a	13,9 a	1,0
10	10	1,0 c	0,014 d	1,0 c	98,7 c	0,0
15	10	47,0 b	0,610 bc	47,0 b	52,8 b	0,0
20	10	94,0 a	1,187 a	94,0 a	3,0 a	3,0
10	15	1,0 c	0,011 d	1,0 c	98,7 c	0,0
15	15	44,0 b	0,559 c	44,0 b	54,1 b	2,0
20	15	87,0 a	1,087 a	87,0 a	11,9 a	1,0
10	20	1,0 c	0,008 d	1,0 c	98,7 c	0,0
15	20	34,0 b	0,474 c	34,0 b	62,8 b	3,0
20	20	96,0 a	1,184 a	96,0 a	3,8 a	0,0
10	25	0,0 c	0,000 d	0,0 c	99,9 c	0,0
15	25	36,0 b	0,460 c	36,0 b	62,1 b	2,0
20	25	84,0 a	1,033 ab	84,0 a	14,6 a	1,3

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Dados apresentados após a transformação inversa; NS = Não significativo; Sementes com 69,6% de água.

Na temperatura de 15°C houve redução acentuada da qualidade fisiológica das sementes, observada a partir de cinco horas de exposição. A deterioração foi mais acentuada na exposição das sementes por 20 e 25 horas, quando a porcentagem de emergência reduziu de 88%, início da exposição, para 34% e 36%, respectivamente. Figueiredo; Carvalho e Rocha Neto (1999) também observaram redução na qualidade fisiológica das sementes mantidas a 16°C, refletida na porcentagem final de emergência.

A temperatura de 10°C foi altamente prejudicial às sementes, visto que, após cinco horas praticamente todas as sementes estavam mortas (Tabela 3).

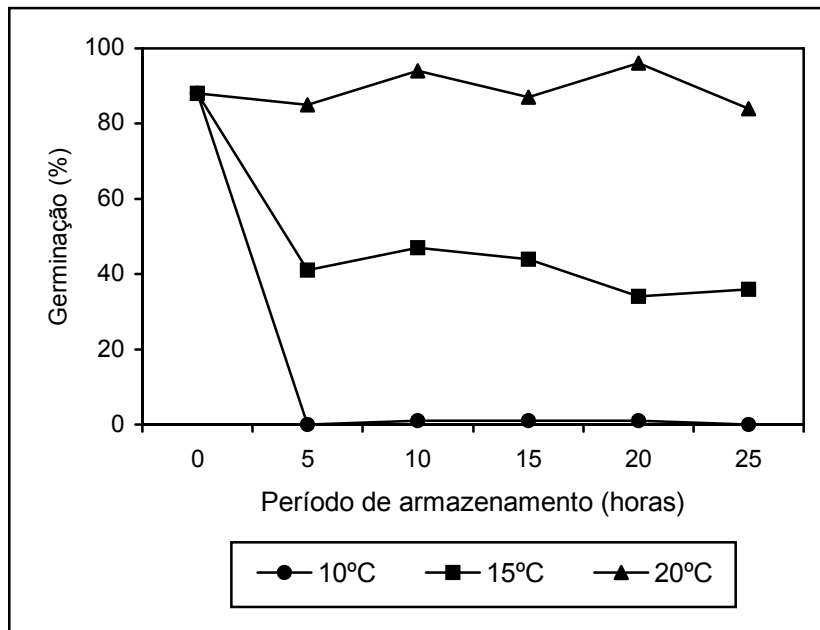


Figura 7 - Efeito das temperaturas durante o armazenamento na germinação de sementes de *T. grandiflorum*

Embora o grau de umidade seja o fator mais importante na manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento, a temperatura também é limitante (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Segundo Hong; Linington e Ellis (1998) a temperatura ótima para armazenamento de sementes recalcitrantes varia de 7°C a 17°C para as espécies tropicais, e de -3°C a 5°C para as espécies temperadas. Entretanto, para as sementes de cupuaçu a temperatura que melhor favoreceu a manutenção da

viabilidade das sementes foi de 20°C. É importante ressaltar que o teor de água das sementes, 69,9%, era superior aos teores recomendados para conservação de sementes recalcitrantes (GENTIL; SILVA; FERREIRA, 2004; MALUF; BILIA; BARBEDO, 2003; HOR; CHIN; KARIM, 1984; MUMFORD; BRETT, 1982; KING; ROBERTS, 1982).

Tabela 4 - Temperatura do ambiente (TA) período de exposição das sementes (PE), diâmetro do colo (DC), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS), determinados em plântulas de *T. grandiflorum* durante a avaliação do efeito da temperatura na qualidade das sementes

Tratamentos		DC	CP	MS
TA (°C)	PE (Horas)	(mm)	(cm)	(g.plântula ⁻¹)
10	0	3,33 a ¹	14,13 ab	0,172 bcd
15	0	3,33 a	14,13 ab	0,172 bcd
20	0	3,33 a	14,13 ab	0,172 bcd
10	5	0,00 c	0,00 d	0,000 e
15	5	1,43 b	6,42 cd	0,107 de
20	5	3,12 a	15,59 a	0,234 abcd
10	10	0,03 c	0,06 d	0,000 e
15	10	1,72 b	7,82 bc	0,129 cde
20	10	3,50 a	17,24 a	0,306 ab
10	15	0,04 c	0,06 c	0,001 e
15	15	1,74 b	8,05 bc	0,151 cde
20	15	3,34 a	16,10 a	0,270 abc
10	20	0,04 c	0,04 d	0,001 e
15	20	1,32 b	6,19 cd	0,107 de
20	20	3,77 a	19,28 a	0,348 a
10	25	0,00 c	0,00 d	0,000 e
15	25	1,34 b	5,88 cd	0,103 de
20	25	3,41 a	17,23 a	0,300 abc

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.3 Experimento 3: efeito do grau de umidade das sementes e da temperatura do ambiente na qualidade fisiológica das sementes

2.3.3.1 No início do armazenamento

Os teores de água das sementes planejados para o armazenamento foram de 58%, 52%, 46%, 40% e 34%. Os quatro últimos graus de umidade (51,6%, 42,4%, 35,4% e 28,7%) obtidos durante a secagem (Tabela 1) foram inferiores aos planejados, provavelmente, devido a secagem das sementes ter sido mais rápida em consequência de um menor número de bandejas na estufa, possibilitando a circulação mais rápida do ar.

Os dados relativos às porcentagens de emergência de plântulas e de germinação (Tabela 5), e de diâmetro do colo e de comprimento de plântulas (Tabela 6) revelaram reduções nos valores daqueles parâmetros em teores de água abaixo de 42,4%, semelhante ao observado no experimento 1 (Tabelas 1 e 2). Entretanto, a velocidade de emergência de plântulas foi menor somente quando o grau de umidade das sementes atingiu 28,7% (Tabela 5), enquanto para a massa seca das plântulas houve redução para teores de água abaixo de 51,6% (Tabela 6).

Tabela 5 - Grau de umidade (U), emergência de plântulas (E), velocidade de emergência de plântulas (IVE), germinação (G), sementes mortas (SM) e plântulas anormais (PA), determinados em sementes de *T. grandiflorum* no início do armazenamento

U (%)	E (%)	IVE	G (%)	SM (%)	PA ^{NS} (%)
59,4	98,0 a	1,374 a	98,0 a	1,0 a	1,0
51,6	97,0 a	1,304 a	97,0 a	3,0 a	0,0
42,4	98,0 a	1,296 a	98,0 a	2,0 a	0,0
35,4	83,0 b	1,042 a	83,0 b	11,0 a	6,0
28,7	17,0 c	0,201 b	17,0 c	79,0 b	4,0

Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

NS = Não significativo.

A redução do grau de umidade para até 35,4% não aumentou o percentual de sementes mortas, porém, ao atingir 28,7% foi observado aumento no percentual de

mortalidade (Tabela 5). A porcentagem de plântulas anormais não foi alterada com a redução do grau de umidade das sementes, não sendo registrado valores superiores a 6%.

Tabela 6 - Grau de umidade (U), diâmetro do colo (DC), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS), determinados em plântulas de *T. grandiflorum* no início do armazenamento

U (%)	DC (mm)	CPA (cm)	MS (g.plântula ⁻¹)
59,4	3,78 a	20,30 a	0,397 a
51,6	3,66 a	19,05 a	0,336 ab
42,4	3,66 a	18,12 a	0,315 b
35,4	3,23 b	14,42 b	0,243 c
28,7	0,63 c	2,10 c	0,022 c

Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

As taxas de emergência e germinação (Tabela 5), quando o grau de umidade das sementes foi de até 42,4%, foram superiores aos valores reportados por Gato (1992) que obteve 87,1% em sementes com teor de água de 51,6%.

2.3.3.2 Durante o armazenamento

2.3.3.2.1 Teor de água

Durante o armazenamento houve aumento, em valor absoluto, nos teores de água das sementes na maioria dos tratamentos (Tabela 7), sendo esses aumentos mais acentuados nos tratamentos com 59,4% e 35,4% de água, tanto nas sementes armazenadas em temperatura ambiente não controlada como a 20°C. Esse aumento pode estar relacionado a taxa de deterioração das sementes por microrganismos, fato reportado por Bilia; Marcos Filho e Novembre (1998) em *I. uruguensis* e por Nascimento (2006) em *E. oleraceae*. A contaminação de sementes recalcitrantes por microrganismos durante o armazenamento é um problema que preocupa (CHIN; KRISHNAPILLAY; STANWOOD, 1989) e deve ser uma das prioridades no estudo dessa classe de sementes (QUÉDRAOGO et al., 1995).

Tabela 7 - Grau de umidade de sementes de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30	45	60
59,4	Ambiente	61,2	65,7	66,0	65,5
59,4	20°C	63,4	68,7	69,6	66,4
51,6	Ambiente	50,6	51,6	49,1	50,6
51,6	20°C	49,8	52,2	51,2	51,5
42,4	Ambiente	40,9	42,5	43,0	43,7
42,4	20°C	41,4	40,0	40,1	42,4
35,4	Ambiente	37,2	38,4	40,1	41,5
35,4	20°C	37,6	40,2	42,9	43,2
28,7	Ambiente	24,0	26,7	27,4	31,8
28,7	20°C	27,0	27,0	27,4	28,1

2.3.3.2.2 Sementes germinadas no interior das embalagens

O resultado da análise de variância mostrou interação significativa entre graus de umidade e temperaturas de armazenamento em todas as avaliações. Aos 15 dias de armazenamento já foi constatada germinação de sementes no interior das embalagens (Tabela 8), com maiores porcentagens nos tratamentos a 59,4% de água (20°C) e 51,6% (ambiente não controlado e 20°C). Esses tratamentos também foram os que tiveram maiores porcentagens de sementes germinadas no interior das embalagens aos 30, 45 e 60 dias de armazenamento. Gato (1992) também observou que sementes de cupuaçu armazenadas com 51,6% de água em saco plástico germinaram no interior das embalagens, porém a partir de 30 dias de armazenamento.

A germinação durante o armazenamento é talvez o maior problema nas espécies com sementes recalcitrantes (KING; ROBERTS, 1980; BONNER, 1995) e tem sido observado em espécies como *E. oleraceae* (NASCIMENTO, 2006), *Bertholletia excelsa* Hum. and Bomp. (KAINER et al., 1999). Para evitar a germinação no interior da embalagem, a redução da temperatura de armazenamento para valores entre 0°C a 5°C é geralmente eficaz; entretanto, temperaturas baixas poderão ser utilizadas para as

sementes classificadas como recalcitrantes temperadas e não para as classificadas como recalcitrantes tropicais (BONNER, 1990).

Tabela 8 - Sementes de *T. grandiflorum* germinadas (%) no interior das embalagens durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30	45	60
59,4	Ambiente	0,7 b ¹	0,0 c	0,0 c	0,2 c
59,4	20°C	36,8 a	62,1 b	66,6 b	62,2 a
51,6	Ambiente	34,6 a	68,5 b	82,8 a	84,3 a
51,6	20°C	33,8 a	85,5 a	84,1 a	83,1 a
42,4	Ambiente	0,7 b	12,1 c	2,9 c	1,1 c
42,4	20°C	2,2 b	15,6 c	8,8 c	24,0 b
35,4	Ambiente	0,7 b	2,1 c	3,6 c	0,0 c
35,4	20°C	0,6 b	10,5 c	0,0 c	2,1 c
28,7	Ambiente	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c
28,7	20°C	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

2.3.3.2.3 Emergência

Interações significativas entre graus de umidade e temperaturas de armazenamento foram detectadas, pela análise de variância em todas as avaliações. Sementes armazenadas com 59,4%, 51,6%, 42,4% e 35,4% de água e mantidas a 20°C e com 51,6% em ambiente não controlado, apresentaram aos 15 dias de armazenamento, porcentagens de emergência superiores aos demais tratamentos (Tabela 9). Aos 30 dias o tratamento 51,6% (20°C) apresentou a maior porcentagem de emergência. Nas avaliações aos 45 e 60 dias de armazenamento os tratamentos 59,4% (20°C) e 51,6% (ambiente não controlado e 20°C), apresentaram superioridade em relação aos demais.

A deterioração das sementes já foi observada aos 15 dias de armazenamento, refletida na taxa de emergência, comparada aos valores obtidos no início do armazenamento (Tabela 5). A partir de 30 dias a deterioração foi mais acentuada e, em

geral, os tratamentos com graus de umidades mais elevados (59,4% e 51,6%) tiveram menores taxas de deterioração, exceto nas sementes com 59,4% mantidas em ambiente não controlado, em que a deterioração acentuada já podia ser constatada aos 15 dias de armazenamento.

Tabela 9 - Emergência (%) de sementes de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30 ²	45 ²	60 ²
59,4	Ambiente	1,0 c ¹	0,0 c	1,1 b	0,3 c
59,4	20°C	86,0 a	76,4 b	79,0 a	57,2 ab
51,6	Ambiente	73,0 a	67,6 b	99,5 a	80,1 a
51,6	20°C	92,0 a	99,9 a	82,9 a	67,8 a
42,4	Ambiente	35,0 b	0,5 c	0,8 b	0,0 c
42,4	20°C	86,0 a	43,0 b	7,6 b	10,7 bc
35,4	Ambiente	36,0 b	5,4 c	0,0 b	0,0 c
35,4	20°C	70,0 a	44,7 b	1,6 b	0,5 c
28,7	Ambiente	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 c
28,7	20°C	2,0 c	0,3 c	0,0 b	0,0 c

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Dados apresentados após a transformação inversa.

Nascimento (2006) também observou em sementes de *E. oleraceae* que durante o armazenamento maiores taxas de emergência foram obtidos nos tratamentos com teores de água mais elevados (43,4% e 37,4%).

2.3.3.2.4 Velocidade de emergência

A análise de variância mostrou interações significativas entre graus de umidade e temperaturas de armazenamento em todas as avaliações. Sementes armazenadas com 59,4% de água e mantidas a 20°C e com 51,6% em ambiente não controlado e a 20°C, foram os tratamentos com maior velocidade de emergência na maioria das avaliações (Tabela 10); exceto aos 30 dias de armazenamento quando os melhores tratamentos

foram 59,4% e 51,6% de água, mantidos a 20°C. Também observou-se que aos 15 dias de armazenamento, sementes com 42,4% de água, quando armazenadas a 20°C, tiveram velocidade de emergência semelhante aos melhores tratamentos.

Tabela 10 - Velocidade de emergência de plântulas de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30	45	60 ²
59,4	Ambiente	0,016 d ¹	0,000 d	0,143 b	0,039 b
59,4	20°C	1,531 a	1,960 ab	6,874 a	4,031 a
51,6	Ambiente	1,390 a	1,612 bc	7,804 a	4,964 a
51,6	20°C	1,668 a	2,837 a	3,522 ab	3,044 a
42,4	Ambiente	0,504 c	0,038 d	0,028 b	0,000 b
42,4	20°C	1,356 ab	0,789 cd	0,184 b	0,301 b
35,4	Ambiente	0,518 c	0,109 d	0,000 b	0,000 b
35,4	20°C	1,007 b	0,679 cd	0,030 b	0,034 b
28,7	Ambiente	0,000 d	0,000 d	0,000 b	0,000 b
28,7	20°C	0,026 d	0,000 d	0,000 b	0,000 b

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Dados apresentados após a transformação inversa.

Foi observada redução acentuada da qualidade das sementes durante o armazenamento, refletindo-se na porcentagem de emergência de plântulas (Tabela 9), comparada aos valores obtidos no início do armazenamento (Tabela 5). Entretanto, observou-se que a velocidade de emergência aumentou nos tratamentos 59,4% de água (20°C) e 51,6% (ambiente não controlado e 20°C), principalmente aos 45 e 60 dias (Tabela 10), quando comparados com os dados obtidos aos 15 e 30 dias de armazenamento (Tabela 5). Isto pode ser explicado pelo fato de que a taxa de sementes germinadas no interior das embalagens foi acentuada nesses tratamentos durante todo o período de armazenamento (Tabela 8) e estas sementes foram utilizadas por ocasião da semeadura. Assim sendo, o número de dias decorridos da semeadura a emergência das plântulas, utilizado no cálculo da velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962), foi menor que o número de dias utilizado no início do armazenamento, quando não havia

sementes germinadas por ocasião da sementeira. Para Marcos Filho (2005) a redução da velocidade de emergência é o primeiro sintoma da deterioração das sementes.

2.3.3.2.5 Germinação

Interações significativas entre graus de umidade e temperaturas de armazenamento, foram observadas em todas as avaliações.

Aos 15 dias de armazenamento observou-se que a temperatura de 20°C foi a que melhor favoreceu a germinação das sementes independente do teor de água (Tabela 11), exceto quando o grau de umidade foi de 28,7%, que apresentou baixa taxa de germinação (17%) já no início do armazenamento (Tabela 5). Também se verificou que sementes armazenadas com 51,6% de água em ambiente não controlado apresentaram germinação semelhante aos tratamentos que apresentaram as maiores porcentagens. Aos 30 dias apenas o tratamento 51,6% (20°C) foi superior aos demais com quase totalidade das sementes germinadas (99,9%). Nas demais avaliações os melhores tratamentos foram 59,4% de água (20°C) e 51,6% (ambiente não controlado e 20°C).

A redução na taxa de germinação durante o armazenamento (Tabela 11), comparada aos valores obtidos no início do armazenamento (Tabela 5), foi observada em todos os tratamentos, sendo mais acentuada naqueles com graus de umidade de 42,4%, 35,4% e 28,7%, independente da condição de armazenamento, e no tratamento 59,4% (ambiente não controlado). Nos tratamentos 59,4% (20°C) e 51,6% (ambiente não controlado e 20°C), considerados superiores na maioria das avaliações, essas reduções foram menores; alcançando 51%, 38% e 65% de germinação, respectivamente, após 60 dias de armazenamento.

Embora o armazenamento em ambiente com temperatura não controlada seja o recomendado para sementes de espécies recalcitrantes como *T. grandiflorum* (GATO, 1992) e *H. brasiliensis* (CICERO; MARCOS FILHO; TOLEDO, 1986), a temperatura de 22°C combinada com teor de água de 32%, também pode ser utilizada no armazenamento de sementes de *T. cacao* (HOR; CHIN; KARIM, 1984). Esta temperatura também foi a recomendada para a conservação de sementes de *E. oleraceae* (NASCIMENTO, 2006), quando associada ao grau de umidade de 43,4%.

Entretanto, em *M. dubia* a melhor temperatura para a conservação das sementes foi de 10°C combinada com o teor de água das sementes de 43% (GENTIL; SILVA; FERREIRA, 2004). Essas condições divergentes recomendadas para o armazenamento de sementes recalcitrantes estão de acordo com a afirmação de King e Roberts (1980), da necessidade de determinar, para cada espécie com sementes recalcitrantes, a condição adequada para a conservação das sementes.

Tabela 11 - Germinação (%) de sementes de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30 ²	45	60
59,4	Ambiente	1,0 c ¹	0,0 d	0,0 b	0,0 c
59,4	20°C	86,0 a	76,4 b	76,0 a	51,0 ab
51,6	Ambiente	75,0 a	61,8 bc	85,0 a	38,0 abc
51,6	20°C	92,0 a	99,9 a	78,0 a	65,0 a
42,4	Ambiente	35,0 b	0,3 d	1,0 b	0,0 c
42,4	20°C	86,0 a	43,0 c	9,0 b	12,0 bc
35,4	Ambiente	36,0 b	5,8 d	0,0 b	0,0 c
35,4	20°C	70,0 a	44,7 c	2,0 b	1,0 c
28,7	Ambiente	0,0 c	0,0 d	0,0 b	0,0 c
28,7	20°C	2,0 c	0,3 d	0,0 b	0,0 c

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Dados apresentados após a transformação inversa.

As porcentagens de germinação comparada às de emergência foram semelhantes aos 15 e 30 dias de armazenamento (Figura 8). Aos 45 e 60 dias as porcentagens de germinação foram inferiores às de emergência, principalmente aos 60 dias. Isso ocorreu porque na contagem de germinação foram computadas apenas as plântulas normais e, houve durante essas avaliações (45 e 60 dias), aumento na proporção de plântulas anormais comparadas às porcentagens obtidas aos 15 e 30 dias de armazenamento.

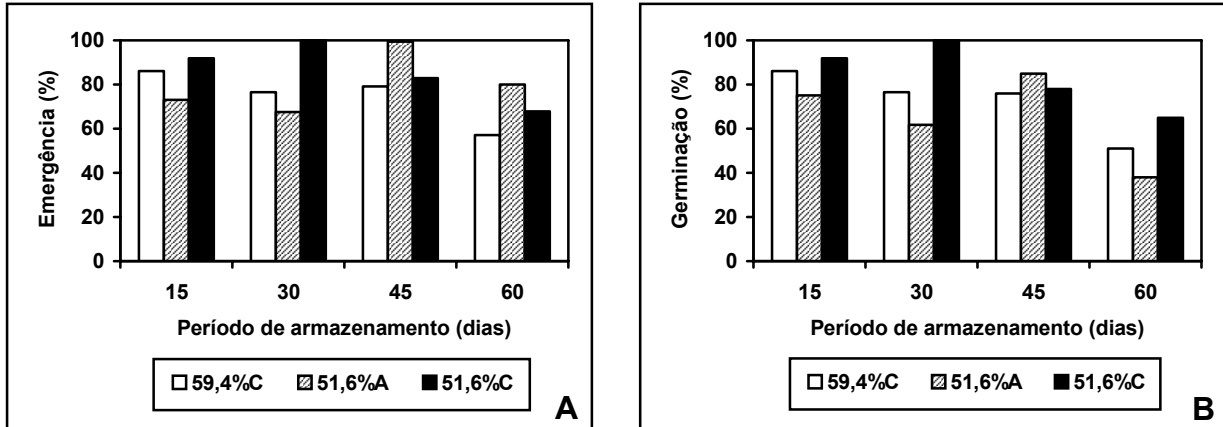


Figura 8 - Emergência (A) e germinação (B) em sementes de *T. grandiflorum* durante o armazenamento nos tratamentos 59,4% de água e câmara a 20°C (59,4% C) e 51,6% ambiente não controlado e 20°C (51,6% A e 51,6% C, respectivamente)

2.3.3.2.6 Sementes mortas

Para o percentual de sementes mortas o resultado da análise de variância apresentou interações significativas entre os graus de umidade e as temperaturas de armazenamento em todas as avaliações. Aos 15 dias de armazenamento a temperatura de 20°C foi a que propiciou a obtenção de menores porcentagens de sementes mortas, exceto no tratamento 28,7% de água que já apresentava 97% de mortalidade (Tabela 12). Outro tratamento com percentual de sementes mortas elevada (98%) ocorreu em sementes 59,4% de água e mantidas em ambiente não controlado. Aos 30 dias de armazenamento foi observado que apenas no tratamento onde as sementes eram mantidas com 51,6% de água e a 20°C não tiveram sementes mortas, enquanto que nas demais a porcentagem de mortalidade variou de 27,1% a 99,9%. Sementes com 51,6% de água, independente da condição de armazenamento apresentaram, aos 45 dias, taxa de sementes mortas inferior aos demais tratamentos. Aos 60 dias de armazenamento foi registrado aumento na taxa de sementes mortas na maioria dos tratamentos, comparados com valores obtidos aos 45 dias, sendo que os tratamentos com 51,6% de água (ambiente não controlado e 20°C) e 59,4% (20°C) apresentaram menores taxas.

Tabela 12 - Sementes mortas (%) de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30 ²	45	60
59,4	Ambiente	98,0 c ¹	99,9 c	96,0 c	99,0 c
59,4	20°C	14,0 a	18,7 b	20,0 b	41,0 ab
51,6	Ambiente	24,0 a	27,1 b	1,0 a	10,0 a
51,6	20°C	8,0 a	0,0 a	7,0 a	23,0 a
42,4	Ambiente	62,0 b	98,5 c	98,0 c	98,0 c
42,4	20°C	14,0 a	54,0 b	88,0 c	77,0 bc
35,4	Ambiente	60,0 b	94,1 c	99,0 c	100,0 c
35,4	20°C	29,0 a	51,1 b	94,0 c	97,0 c
28,7	Ambiente	100,0 c	99,9 c	100,0 c	100,0 c
28,7	20°C	97,0 c	99,7 c	100,0 c	100,0 c

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Dados apresentados após a transformação inversa.

2.3.3.2.7 Plântulas anormais

O resultado da análise de variância revelou que somente nas avaliações de 30 e 60 dias de armazenamento foram observadas interações significativas entre graus de umidade e temperaturas de armazenamento. Aos 15 dias de armazenamento a taxa de plântulas anormais foi considerada baixa, oscilando de 0% a 4% (Tabela 13). No decorrer do período de armazenamento, aumentos na taxa de plântulas anormais foram observados na maioria dos tratamentos, com destaque para as sementes com grau de umidade de 51,6% (ambiente não controlado), que após 60 dias de armazenamento, 52% das sementes originaram plântulas anormais. Embora nos tratamentos com teores de água de 35,4% (ambiente não controlado) e 28,7% (ambiente não controlado e 20°C) não tenham sido observadas plântulas anormais, foi verificado que todas as sementes estavam mortas no encerramento do ensaio (Tabela 12). As plântulas consideradas anormais, na sua maioria, apresentavam hipocótilo retorcido devido ao elevado estágio de desenvolvimento que se encontravam no interior das embalagens.

Tabela 13 - Plântulas anormais (%) de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15 ^{NS}	30	45 ^{NS}	60
59,4	Ambiente	1,0	0,0 a ¹	4,0	1,0 bc
59,4	20°C	0,0	5,0 a	4,0	8,0 bc
51,6	Ambiente	1,0	11,0 b	14,0	52,0 c
51,6	20°C	0,0	0,0 a	15,0	12,0 b
42,4	Ambiente	3,0	1,0 a	1,0	2,0 bc
42,4	20°C	0,0	3,0 a	3,0	11,0 bc
35,4	Ambiente	4,0	0,0 a	1,0	0,0 a
35,4	20°C	1,0	4,0 a	4,0	2,0 bc
28,7	Ambiente	0,0	0,0 a	0,0	0,0 a
28,7	20°C	1,0	0,0 a	0,0	0,0 a

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).
NS = Não significativo.

2.2.2.2.8 Diâmetro do colo, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas.

O resultado da análise de variância revelou interação significativa entre graus de umidade e temperaturas de armazenamento para as variáveis diâmetro do colo, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas, em todas as avaliações. Em geral, os tratamentos 59,4% de água (20°C) e 51,6% (ambiente não controlado e 20°C) propiciaram vigor superior aos demais na maioria das avaliações (Tabelas 14, 15 e 16), embora sementes com grau de umidade de 42,4% mantidas a 20°C tenham apresentado, aos 15 dias de armazenamento, vigor semelhante aos dos tratamentos 59,4% (20°C) e 51,6% (ambiente não controlado e 20°C).

Tabela 14 - Diâmetro do colo (mm) de plântulas de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30	45 ²	60
59,4	Ambiente	0,04 d ¹	0,00 d	0,00 b	0,00 c
59,4	20°C	3,43 ab	3,01 ab	3,08 a	2,12 ab
51,6	Ambiente	2,96 ab	2,28 bc	3,43 a	1,18 abc
51,6	20°C	3,72 a	4,03 a	3,08 a	2,63 a
42,4	Ambiente	1,38 c	0,04 d	0,03 b	0,00 c
42,4	20°C	3,44 ab	1,70 c	0,28 b	0,51 bc
35,4	Ambiente	1,37 c	0,24 d	0,00 b	0,00 c
35,4	20°C	2,74 b	1,72 c	0,07 b	0,04 c
28,7	Ambiente	0,00 d	0,00 d	0,00 b	0,00 c
28,7	20°C	0,08 d	0,04 d	0,00 b	0,00 c

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Dados apresentados após a transformação inversa.

Tabela 15 - Comprimento de plântulas (cm) de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30	45	60 ²
59,4	Ambiente	0,14 d ¹	0,00 d	0,00 d	0,00 c
59,4	20°C	19,61 ab	16,56 b	16,56 b	16,84 a
51,6	Ambiente	15,83 ab	12,14 bc	12,14 bc	17,25 a
51,6	20°C	20,58 a	23,20 a	23,20 a	14,68 a
42,4	Ambiente	6,55 c	0,06 d	0,06 d	0,11 c
42,4	20°C	19,56 ab	8,39 c	8,39 c	1,27 b
35,4	Ambiente	6,52 c	1,12 d	1,12 d	0,00 c
35,4	20°C	14,40 b	8,83 c	8,83 c	0,21 c
28,7	Ambiente	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 c
28,7	20°C	0,35 d	0,11 d	0,11 d	0,00 c

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Dados apresentados após a transformação inversa.

Tabela 16 - Massa seca de plântulas (g.plântula⁻¹) de *T. grandiflorum* durante o armazenamento, em ambiente não controlado e a 20°C

Tratamentos		Período de armazenamento (dias)			
Grau de umidade (%)	Temperatura	15	30	45	60 ²
59,4	Ambiente	0,002 de ¹	0,000 e	0,000 b	0,000 c
59,4	20°C	0,532 ab	0,438 b	0,456 a	0,051 a
51,6	Ambiente	0,432 bc	0,304 bc	0,443 a	0,047 ab
51,6	20°C	0,581 a	0,705 a	0,498 a	0,063 a
42,4	Ambiente	0,141 de	0,001 e	0,001 b	0,000 c
42,4	20°C	0,467 abc	0,182 cde	0,028 b	0,020 bc
35,4	Ambiente	0,146 d	0,022 de	0,000 b	0,000 c
35,4	20°C	0,333 c	0,204 cd	0,007 b	0,002 c
28,7	Ambiente	0,000 e	0,000 e	0,000 b	0,000 c
28,7	20°C	0,004 de	0,002 e	0,000 b	0,000 c

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Dados apresentados após a transformação inversa.

3 CONCLUSÕES

- A dessecação das sementes de *T. grandiflorum* até 41,4% não afeta a sua qualidade fisiológica.
- Sementes com teor de água iguais e inferiores a 35,4% tem sua qualidade comprometida e quando grau de umidade atinge 14,6% a deterioração é máxima.
- Entre as temperaturas testadas, a de 20°C foi a que proporcionou melhor desempenho das sementes.
- A combinação do grau de umidade de 59,4% e temperatura de 20°C, juntamente com 51,6% e temperatura de ambiente não controlada e 20°C, possibilitam o armazenamento de sementes de *T. grandiflorum* por até 60 dias.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R.M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiros, *Theobroma grandiflorum* (willd. ex Spreng.) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos**. 2002. 146 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.
- BARBOSA, W.C.; NAZARÉ, R.F.R. de; NAGATA, I. Estudos físicos e químicos dos frutos: bacuri (*Platonia insignis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e muruci (*Byrsonima crassifolia*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBF, 1979. p. 797-809.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. Recalcitrant seeds. In: BENECH-ARNOLD, R.L.; SÁNCHEZ, R.A. (Ed.). **Handbook of seed physiology: applications to agriculture**. New York: The Haworth Reference Press. 2004. chap. 10, p. 305-345.
- BILIA, D.A.C.; MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Conservação da qualidade fisiológica de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 48-54, 1998.
- BONNER, F.T.; Storage of seeds: potential and limitations for germplasm conservation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 35, n. 1-2, p. 35-43, 1990.
- BONNER, F.T. Commercial seed supply of recalcitrant and intermediate seed: present solutions to the storage problem. In: INTERMEDIATE/RECALCITRANT TROPICAL FOREST TREE SEEDS, 1995, Humlebaek. **Proceedings...** Disponível em: <http://www.ipgri.cgiar.org/system/page.asp?frame=catalogue/select.asp>. Acesso em: 24 out. 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- CALZAVARA, B.B.G.; MÜLLER, C.H.; KAHWAGE, O.N.C. **Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro – cultivo, beneficiamento e utilização do fruto**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 101 p. (Documentos, 32)
- CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasipaes*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 283-289, 1998.
- CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H. **Propagação do cupuaçuzeiro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2004. 3 p. (Comunicado Técnico, 116).
- CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H.; BENCHIMOL, R.L.; KATO, O.K.; ALVES, R.M. **Copoasu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.]**: cultivo y utilización; manual técnico. Caracas: FAO, Tratado de Cooperación Amazonica. 1999. 152 p.

CARVALHO, L.R. de; SILVA, E.A.A. da; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: Edições Cejup, 1991. 279 p.

CAVALCANTE, A. da S.L.; COSTA, J.G. Situação atual e perspectivas da cultura do cupuaçuzeiro no Estado do Acre, Amazônia ocidental brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU. 1996, Belém, **Anais...** Embrapa Amazônia Oriental; JICA, 1997. p. 119-124. (Documentos, 89).

CHANDEL, K.P.S.; CHAUDRURY, R.; RADHAMANI, J.; MALIK, S.K. Desiccation and freezing sensitivity in recalcitrant seeds of tea, cocoa and jackfruit. **Annals of Botany**, London, v. 76, n. 5, p. 443-450, 1995.

CHIN, H.F. Production and storage of recalcitrant seeds in the tropics. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 83, p. 17-21, 1978.

CHIN, H.F. Germination. In: CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. (Ed.). **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. chap. 3, p. 38-52.

CHIN, H.F.; KRISHNAPILLAY, B.; STANWOOD, P.C. Seed moisture: recalcitrant vs. orthodox seeds. In: STANWOOD, P.C.; MCDONALD, M.B. (Ed.). **Seed moisture**. Madison: Crop Science Society of America, 1989. chap. 2, p. 15-22. (CSSA Special Publication, 14).

CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; TOLEDO, F.F. de. Efeitos do tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de sementes de seringueira. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 43, p. 763-787, 1986.

CONNOR, K.F.; FERRAZ, I.D.K.; BONNER, F.T.; VOZZO, J.A. Effects of desiccation on the recalcitrant seeds of *Carapa guianensis* Aubl. and *Carapa procera* DC. **Seed Technology**, Zurich, v. 20, n. 1, p. 71-82, 1998.

COPELAND, O.L.; MACDONALD, M.B. Seed longevity and deterioration. In: _____. **Seed Science and technology**. 3th ed. New York: Chapman & Hall. 1995. chap. 8, p. 181-220.

CUATRECASAS, J.A. Cocoa and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. **Contributions from the United States National Herbarium**, Washington, v. 35, n. 6, p. 32-46, 1964.

CUNHA, R.; EIRA, M.T.S.; RITA, I. Germination and desiccation studies on wild nutmeg seeds (*Vitola surinamensis*). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 23, n.1, p. 43-49, 1995.

DICKIE, J.B.; PRITCHARD, H.W. Systematic and evolutionary aspects of desiccation tolerance in seeds. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Ed.). **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p.239-259.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour?. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, 1990.

FIGUEIREDO, F.J.C.; CARVALHO, C.J.R. de; ROCHA NETO, O.G. da. **Aspectos bioquímicos e mobilização de reservas na emergência de sementes de cupuaçuzeiro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 39 p. (Boletim de Pesquisa, 12).

GASPAROTTO, L.; ARAÚJO, R. da C.; SILVA, S.E.L. Cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais – programa SHIFT. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1996, Belém, **Anais...** Embrapa Amazônia Oriental; JICA, 1997. p. 103-108. (Documentos, 89).

GATO, A.M.G. **Conservação de sementes de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum – Sterculiaceae**. 1992. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1992.

GENTIL, D.F. de O.; FERREIRA, S.A. do N. Tolerância à dessecação e viabilidade de semente de camu-camu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 264-267, 2000.

GENTIL, D.F. de O.; SILVA, W.R. da; FERREIRA, S.A. do N. Conservação de sementes de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 421-430, 2004.

GONDIM, T.M. de S.; THOMAZINI, M.J.; CAVALCANTE, M. de J.B.; SOUZA, J.M.L. de. **Aspectos de produção do cupuaçu**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 43 p. (Documentos, 67).

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behavior**. In: ENGELS, J.M.M.; TOLL, J. (Ed.). Rome: IPGRI, 1996. 62 p. (Technical Bulletin, 1).

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20, n. 3, p. 547-560, 1992.

HONG, T.D.; LININGTON, S.; ELLIS, R.H. **Compendium of information on seed storage behaviour**. Kew: Basingstore Press, 1998, v. 1, 400 p.

HOR, Y.L.; CHIN, H.F.; KARIM, M.Z. The effect of seed moisture and storage temperature on the storability of cocoa (*Theobroma cacao*) seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, n. 2, p. 415-420, 1984.

KAINER, K.A.; DURYE, M.L.; MALAVASI, M. de M.; SILVA, E.R. da; HARRISON, J. Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management. **Forest Ecology and Management**, v. 116, n. 1-3, p. 207-217, 1999.

KING, M.W.; ROBERTS, E.H. Maintenance of recalcitrant seeds in storage. In: CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. (Ed.). **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. chap. 4, p. 53-89.

KING, M.W.; ROBERTS, E.H. The imbibed storage of cocoa (*Theobroma cacao*) seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 10, n. 3, p. 535-540, 1982.

KRISHNAPILLAY, D.B.; ENGELMAN, F. Alternative methods for the storage of recalcitrant and intermediate seeds: slow growth and cryopreservation. In: INTERMEDIATE/RECALCITRANT TROPICAL FOREST TREE SEEDS, 1995, Humlebaek. **Proceedings...** Disponível em: <http://www.ipgri.cgiar.org/system/page.asp?frame=catalogue/select.asp>. Acesso em: 24 out. 2006.

LIANG, Y. SUN, W.Q. Desiccation tolerance of recalcitrant *Theobroma cacao* embryonic axes: the optimal drying rate and its physiological basis. **Journal Experimental Botany**, Lancaster, v. 51, n. 353, p. 1911-1919, 2000

MACÊDO, J.L.V.; MOTA, A.M. Comportamento produtivo do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em sistemas agroflorestais com níveis de adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: no contexto da qualidade ambiental e competitividade. 2., 1998, Belém. **Resumos expandidos**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. p. 52-53.

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.

MALUF, A.M.; BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J. Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 471-475, 2003.

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

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

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A. Tolerância à dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 391-396, 1999.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A. Desiccation tolerance of four seedlots from *Euterpe edulis* Mart. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, n. 1, p. 101-113, 2000.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A.; STANGUERLIM, H. Teores de água crítico e letal para sementes de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart. – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 125-132, 2000.

MONTEIRO, W.R. Gênero *Theobroma*: distribuição e importância econômica. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA, 1., 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1996. p. 96-109. (Documentos, 6).

MÜLLER, C.H.; CARVALHO, J.E.U. de. Sistemas de propagação e técnicas de cultivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU. 1996, Belém. **Anais...** Embrapa Amazônia Oriental; JICA, 1997. p. 57-75. (Documentos, 89).

MUMFORD, P.M.; BRETT, A.C. Conservation of cacao seed. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 59, n. 4, p. 306-310, 1982.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas: In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.

NASCIMENTO, W.M.O. do. **Conservação de sementes de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.)**. 2006. 60 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2006.

NASCIMENTO, W.M.O. do; SILVA, W.R. da. Comportamento fisiológico de sementes de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) submetidas à desidratação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 349-351, 2005.

NEVES, C.S.V.J. Sementes recalcitrantes: revisão de literatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1459-1467, 1994.

OLIVEIRA, L.M.Q.; VALIO, I.F.M. Effects of moisture content on germination of seeds of *Hancornia speciosa* Gom. (Apocynaceae). **Annals of Botany**, London, v. 69, n. 1, p. 15, 1992.

PAMMENTER, N.W.; BERJACK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 12, p. 56-68, 2000. Edição especial.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P.; WALTERS, C. The effects of drying rate on recalcitrant seeds: lethal water content causes of damage, and quantification of recalcitrance. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEEDS, 6., 1999, Mérida. **Seed biology: advances and applications; proceedings...** Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 215-221.

PAMMENTER, N.W.; NAIDOO, S.; BERJAK, P. Desiccation rate, desiccation response and damage accumulation: can desiccation sensitivity be quantified? In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEEDS, 2002, Salamanca. **The biology of seeds: recent research advances: proceedings...** Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 319-325.

PARÁ, Secretaria Executiva de Estado de Agricultura. **Série histórica e evolução da área colhida por tipo de culturas – Anos 1993 a 2004.** Belém, 2004a. Não paginado.

PARÁ, Secretaria Executiva de Estado de Agricultura. **Áreas, produção, rendimento e valor bruto da produção agrícola por lavouras – Ano 2004.** Belém, 2004b. Não paginado.

PEREIRA, J. da P. Conservação da viabilidade do poder germinativo da semente de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 237-244, 1980.

PRITCHARD, H.D. Water potential and embryonic axis viability in recalcitrant seeds *Quercus rubra*. **Annals of Botany**, London, v. 67, n. 1, p. 43-49, 1991.

PROBERT, R.J.; HAY, F.R. Keeping seeds alive. In: BLACK, M.; BEWLEY, J.D. (Ed.) **Seed technology and its biological basis.** Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 375-410.

PROBERT, R.J.; LONGLEY P.L. Recalcitrant seed storage physiology in three aquatic grasses (*Zizania palustris*, *Spartina anglica* and *Portesia coarctata*). **Annals of Botany**, London, v. 63, n. 1, p. 53-63, 1989.

QUÉDRAOGO, A.S.; ENGELS, J.M.M.; KRAAK, L.; ENGELMANN, F. Meeting the challenge of conserving tropical tree species with recalcitrant and intermediate seeds. In: INTERMEDIATE/RECALCITRANT TROPICAL FOREST TREE SEEDS, 1995, Humlebaek. **Proceedings...** Disponível em: <http://www.ipgri.cgiar.org/system/page.asp?frame=catalogue/select.asp>. Acesso em: 25 out. 2006.

RHÜL, G. Microscopic methods for subcellular examination of desiccation and chilling sensitivity. In: INTERMEDIATE/RECALCITRANT TROPICAL FOREST TREE SEEDS, 1995, Humlebaek. **Proceedings...** Disponível em: <http://www.ipgri.cgiar.org/system/page.asp?frame=catalogue/select.asp>. Acesso em: 25 out. 2006.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 3, p. 499-514, 1973.

ROBERTS, E.H. Problems of long-term storage of seed and pollen for genetic resources conservation. In: FRANKEL, O.H.; HAWKES, J.G. (Ed.). **Crop genetic resources for today and tomorrow**. London: Cambridge University Press, 1975. chap. 22, p. 269-294.

SANTOS, I.M. dos; CONDURÚ, J.M.P. **Comparação de rendimento entre frutos de duas variedades de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum)**. Belém: IPEAN, 1972. 8 p. (Comunicado, 31).

SANTOS, J.W. dos; MOREIRA, J. de A. N.; BELTRÃO, N.E. de M. Avaliação do emprego dos testes de comparação de médias na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) de 1980 a 1994. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 225-230, 1998.

SOUZA, M. das G.C. de; CARVALHO, J;E;U; de; NAZARÉ, R.F.R.; ALVES, R.M.; MÜLLER, C.H. **Cupuaçu: manejo, produção e processamento**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2006, 134 p.

SOUZA, M. das G.C. de; SILVA, S.E.L. da. **Produção de mudas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 19 p. (Circular Técnica, 1).

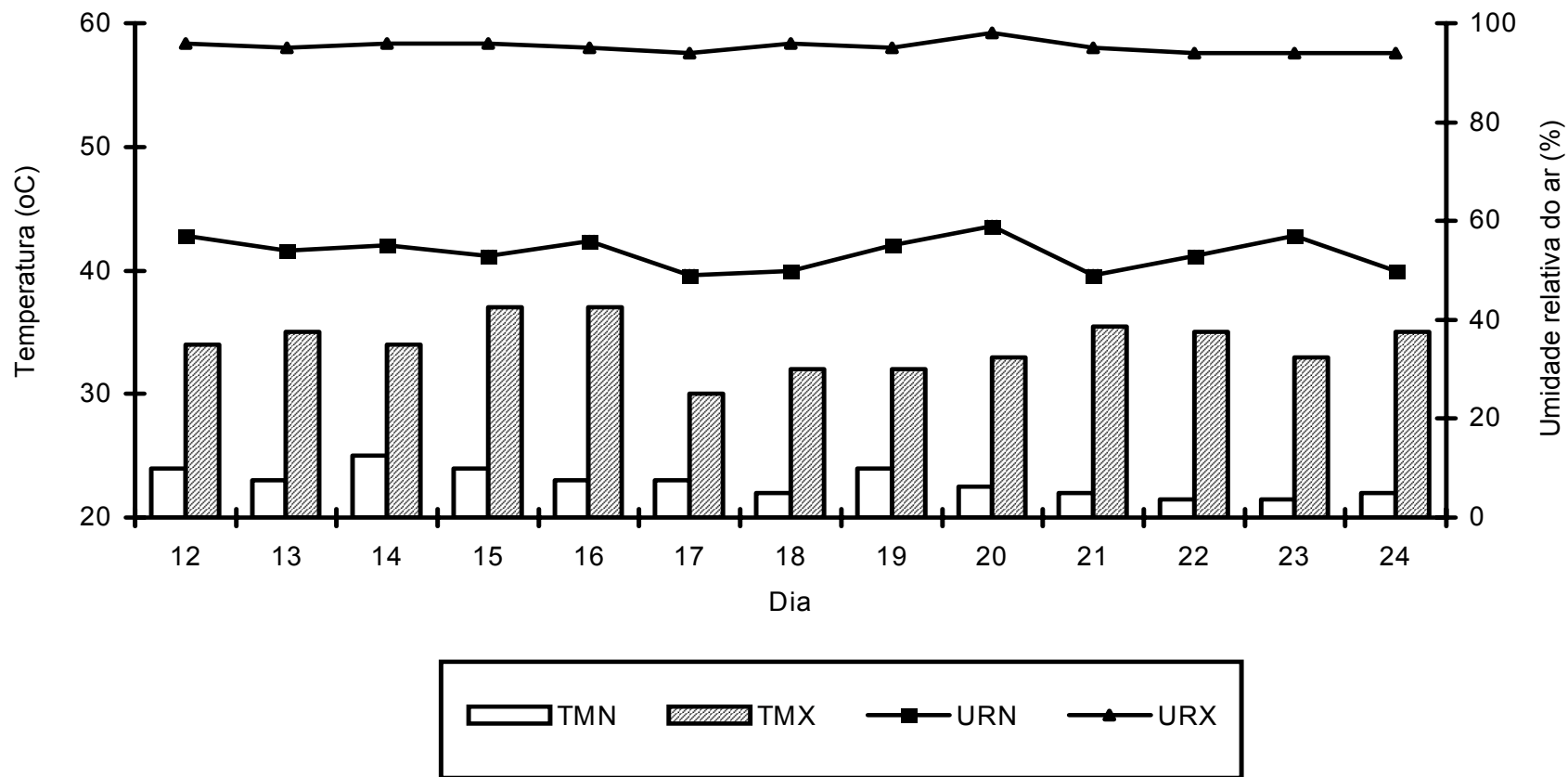
SOUZA, A. das G.C. de; SILVA, S.E.L. da; TAVARES, A.M.; RODRIGUES, M. do R.L. **A cultura do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Will. Ex Spreng.) Schum.)** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 39 p. (Circular Técnica, 2).

STATSOFT. **Statistica for windows**. Tulsa: StatSoft, 1999. (General conventions and statistics).

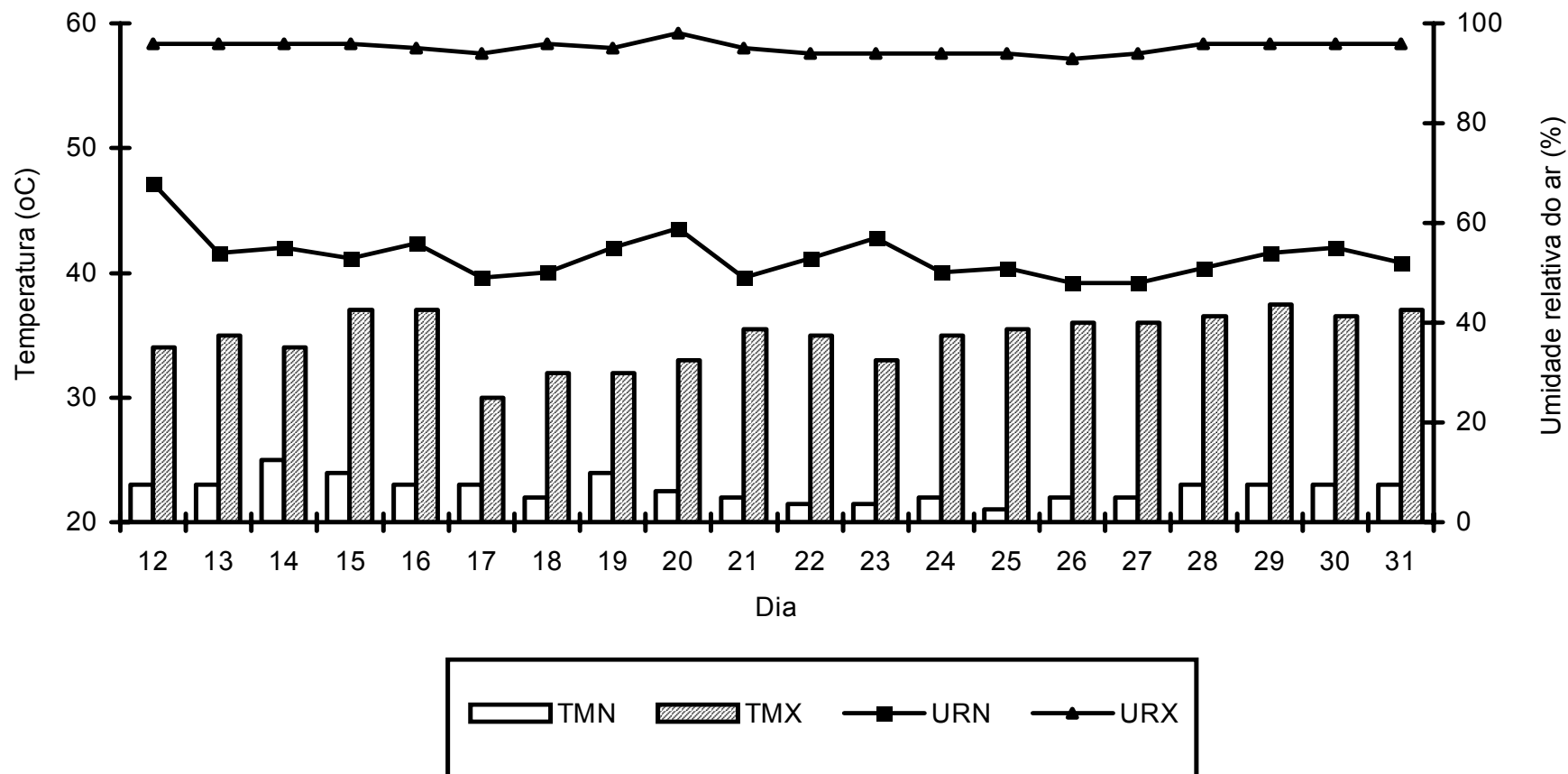
VILLACHICA, H.; CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H.; DÍAZ, C.D.; ALMANZA, M. Copoasu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Shum. _____). **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazonica, 1996, p. 104-112. (TCA – SPT, 44).

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1996. 662 p.

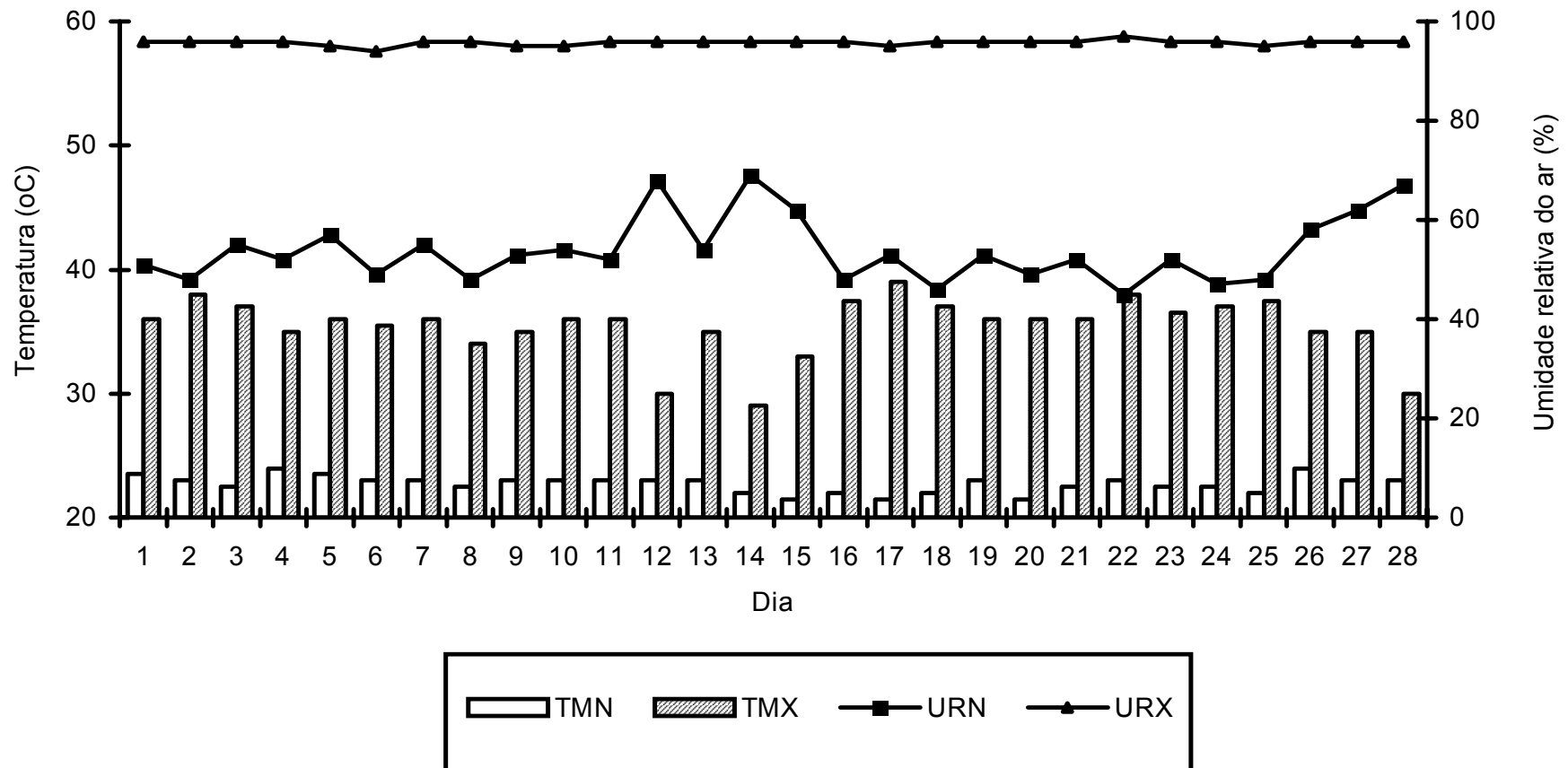
ANEXOS



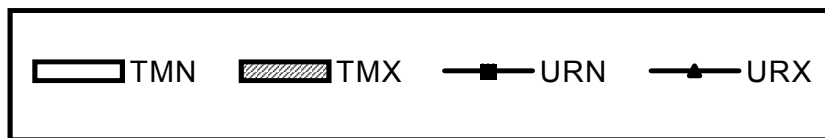
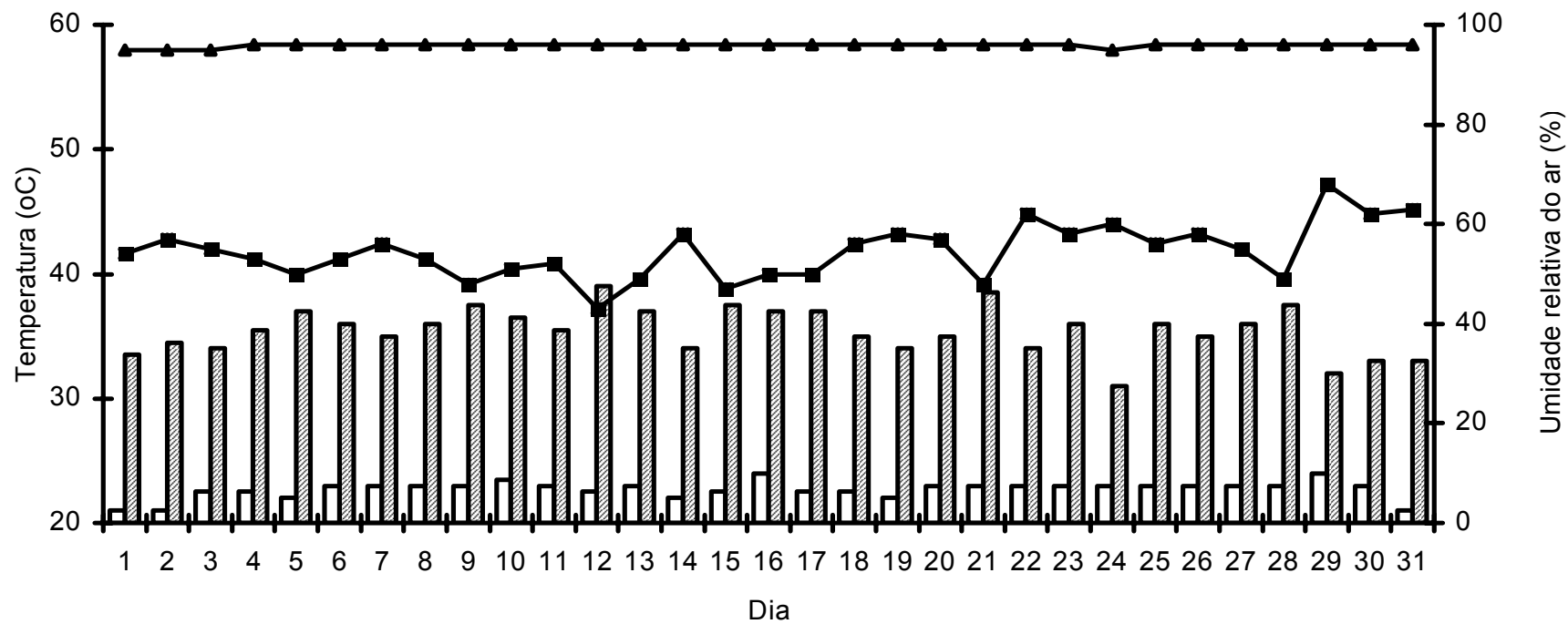
Anexo A - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas durante a secagem das sementes.



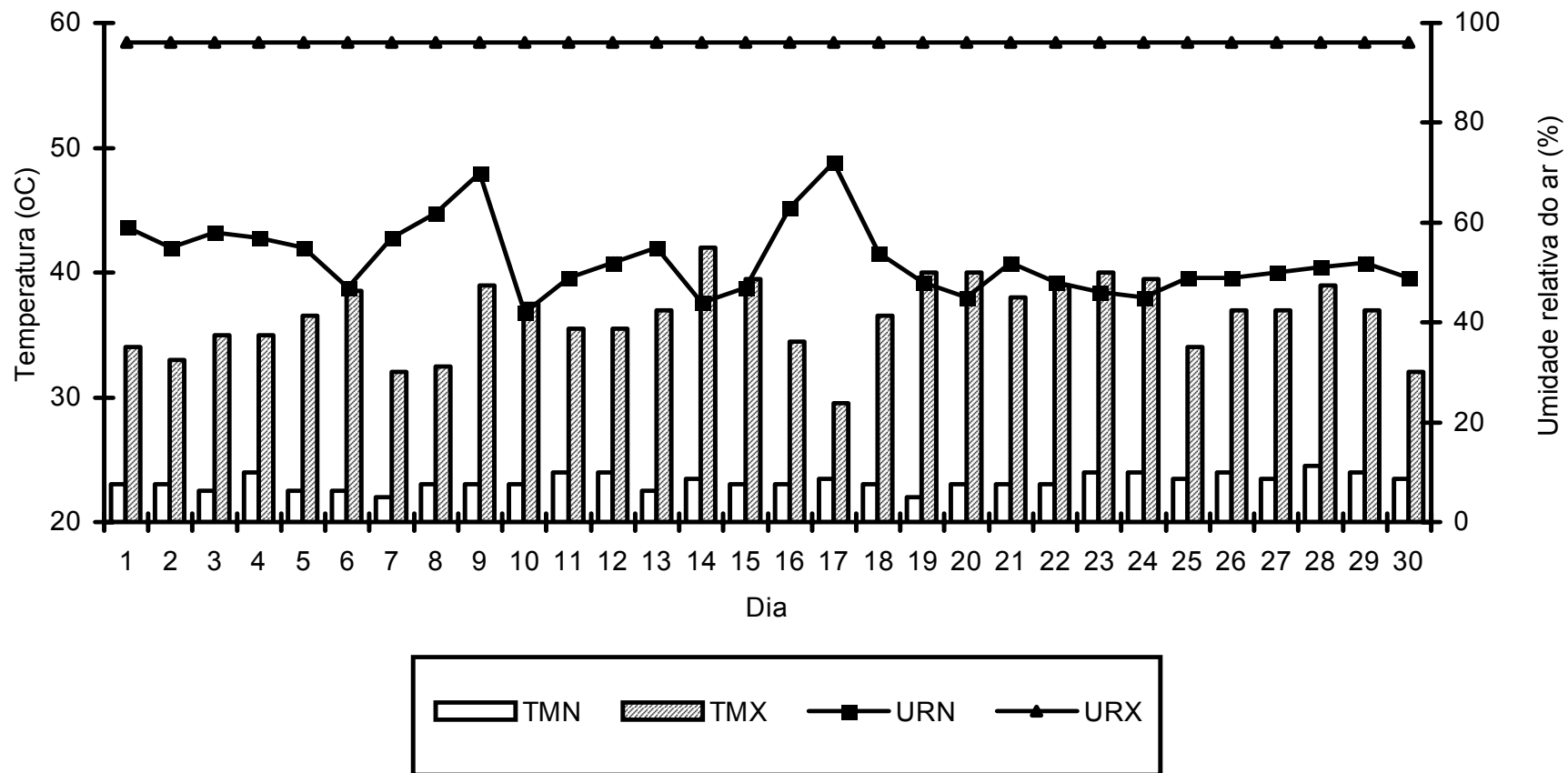
Anexo B - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no viveiro durante a condução dos ensaios de germinação. Janeiro de 2006.



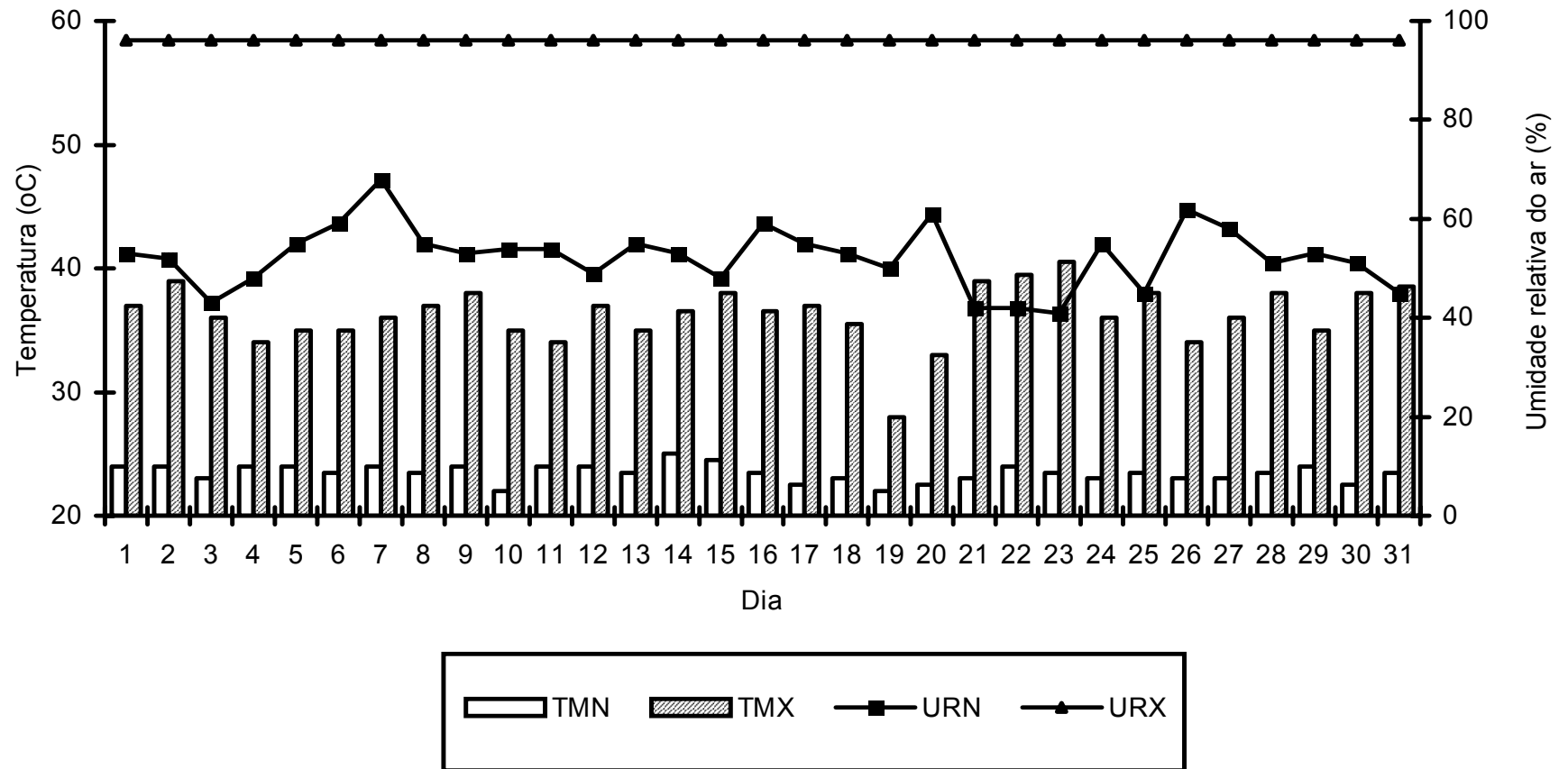
Anexo C - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no viveiro durante a condução dos ensaios de germinação. Fevereiro de 2006.



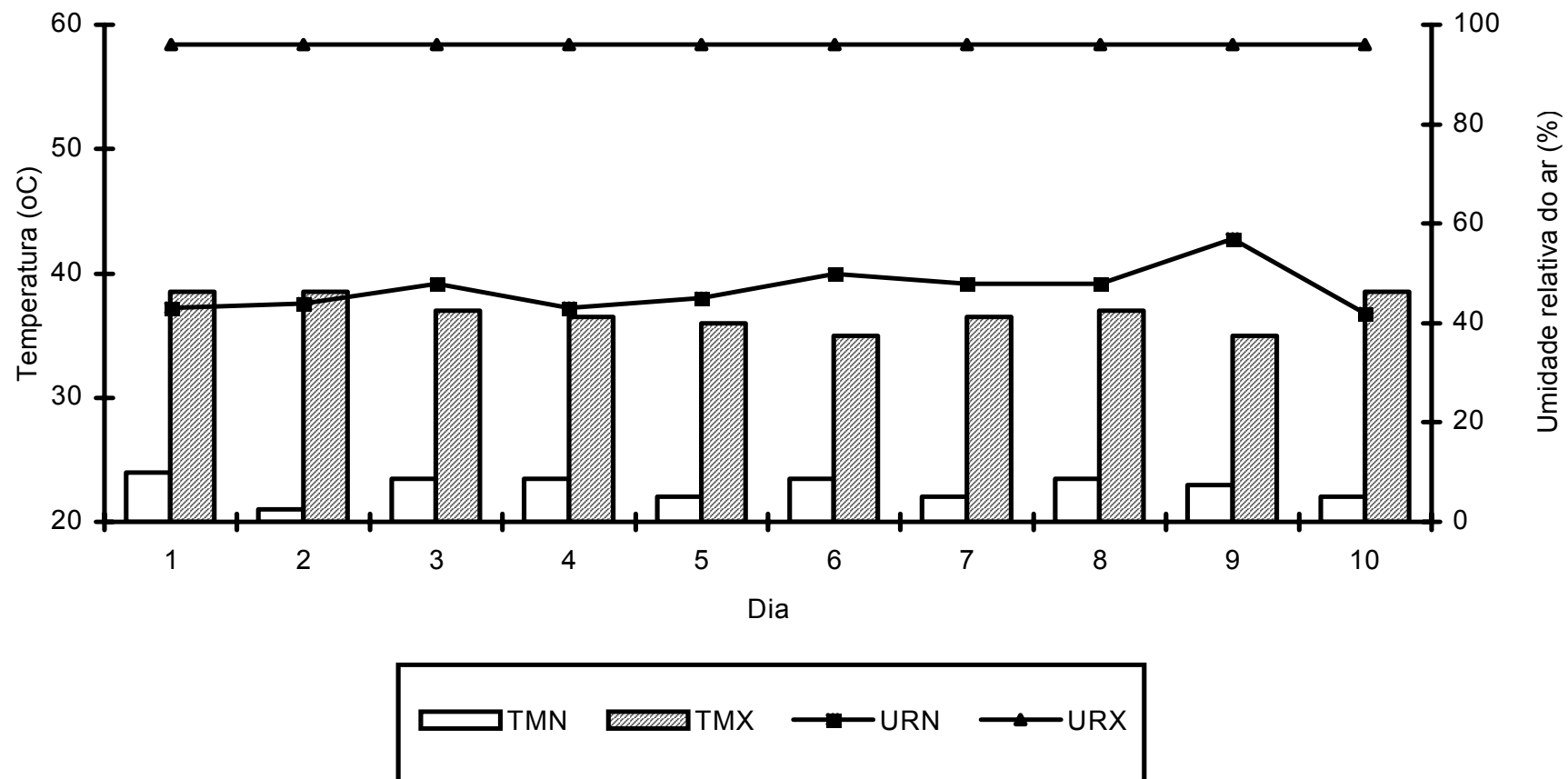
Anexo D - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no viveiro durante a condução dos ensaios de germinação. Março de 2006.



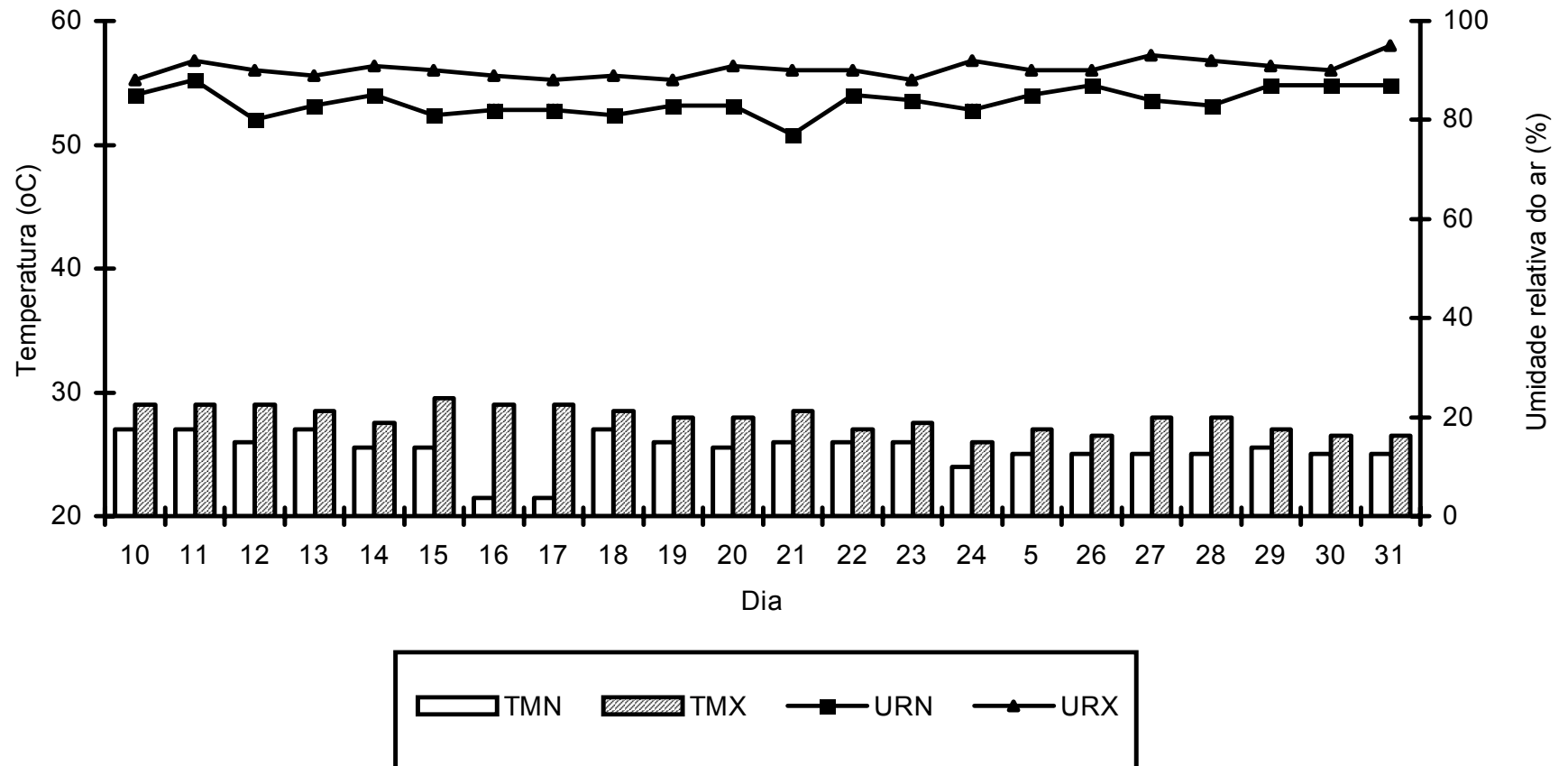
Anexo E - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no viveiro durante a condução dos ensaios de germinação. Abril de 2006.



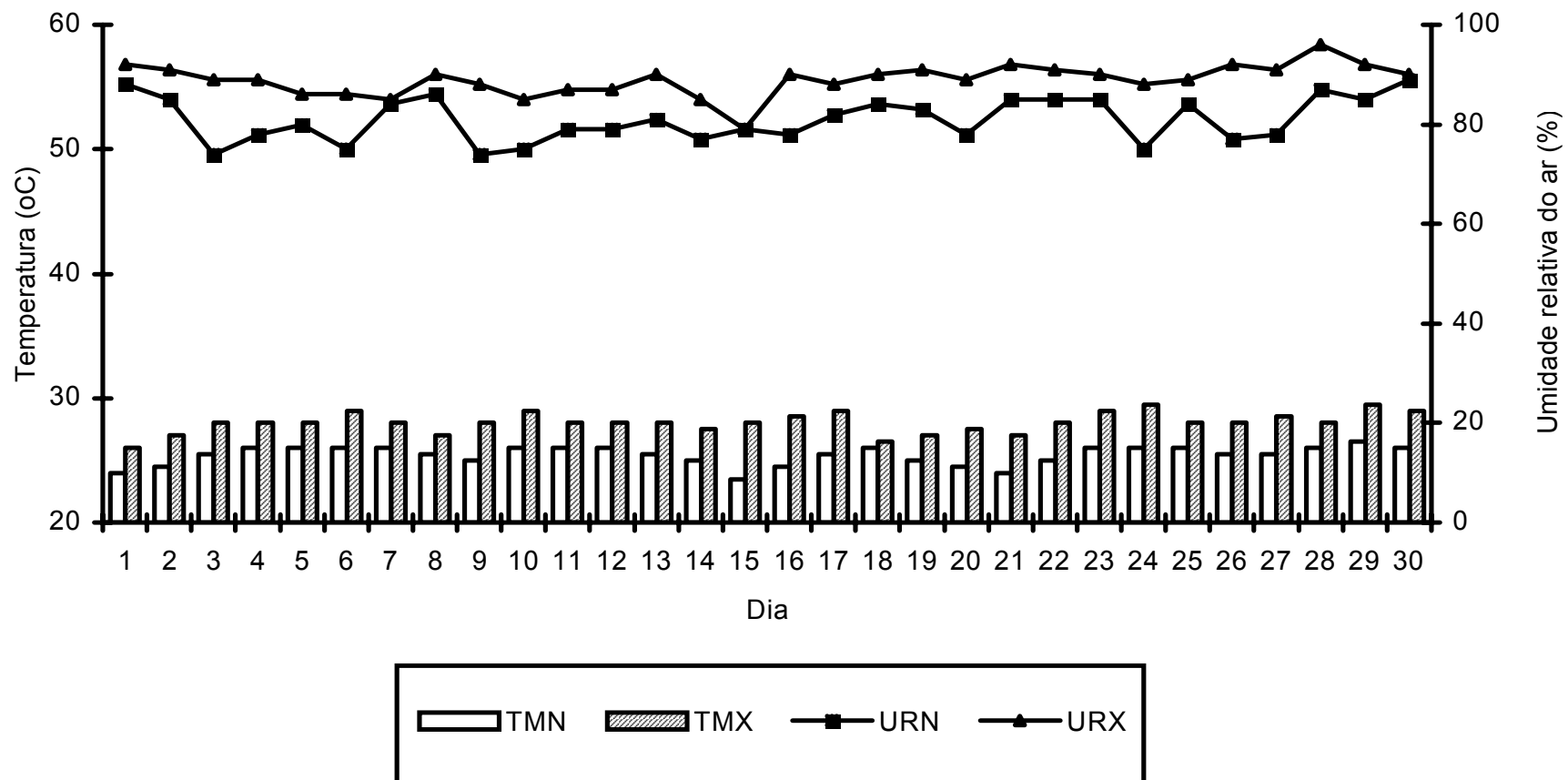
Anexo F - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no viveiro durante a condução dos ensaios de germinação. Maio de 2006.



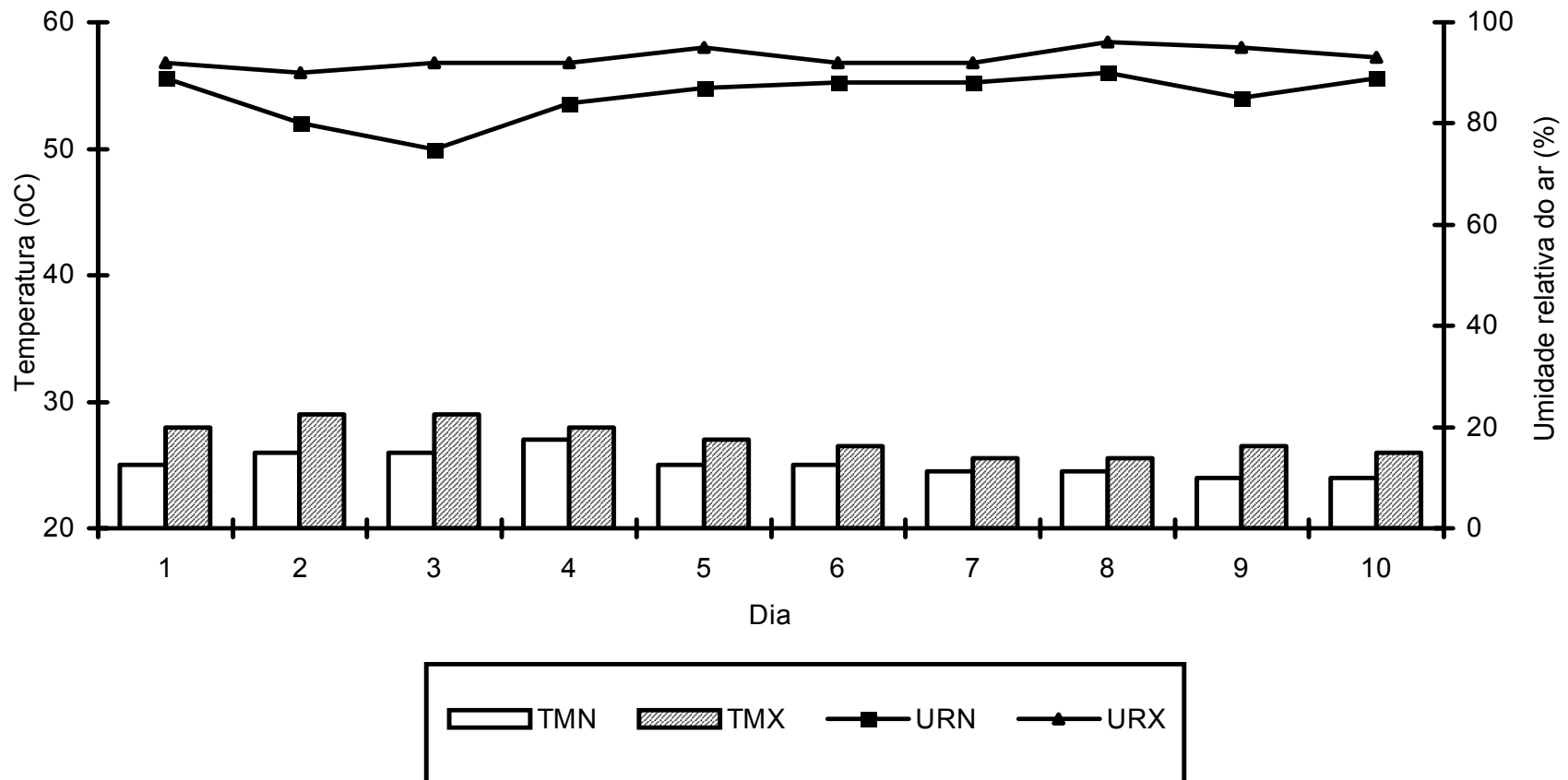
Anexo G - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no viveiro durante a condução dos ensaios de germinação. Junho de 2006.



Anexo H - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no ambiente durante o armazenamento das sementes. Março de 2006.



Anexo I - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no ambiente durante o armazenamento das sementes. Abril de 2006.



Anexo J - Temperaturas mínimas (TMN) e máximas (TMX) e umidades relativas do ar mínimas (URN) e máximas (URX), obtidas no ambiente durante o armazenamento das sementes. Maio de 2006.