

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**SECAGEM, ARMAZENAMENTO E
CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES DE
FRUTÍFERAS NATIVAS DO CERRADO**

ELIANE MARQUES DA SILVA NEVES

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2011**

**SECAGEM, ARMAZENAMENTO E CONDICIONAMENTO
OSMÓTICO DE SEMENTES DE FRUTÍFERAS NATIVAS DO
CERRADO**

ELIANE MARQUES DA SILVA NEVES
Bióloga

Orientador (a): PROF^a Dra. SILVANA DE PAULA QUINTÃO SCALON

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

631.521
N518s Neves, Eliane Marques da Silva.

Secagem, armazenamento e condicionamento osmótico de sementes de frutíferas nativas do Cerrado. / Eliane Marques da Silva Neves. – Dourados, MS : UFGD, 2011.
86f.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Sementes – Mato Grosso do Sul. 2. Sementes - Produção. 3. Uvaia. 4. Araçá. 5. Marmelo. I. Título.

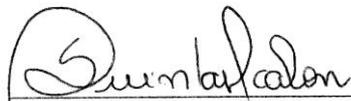
**SECAGEM , ARMAZENAMENTO E CONDICIONAMENTO OSMÓTICO
DE SEMENTES DE FRUTÍFERAS NATIVAS DO CERRADO**

Por

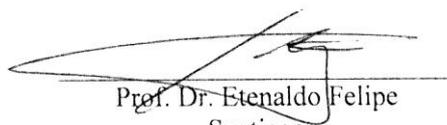
ELIANE MARQUES DA SILVA NEVES

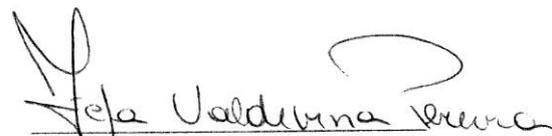
Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 24/02/2011


Prof. Dra. Silvana de Paula
Quintão Scalon
Orientador – UFGD/FCA


Prof. Dra. Tathiana Elisa
Masetto
Co-Orientador – Instituição -
UFGD/FCA


Prof. Dr. Etenaldo Felipe
Santiago
Instituição - UEMS


Prof. Dra. Zefa Valdivina
Pereira
Instituição – UFGD/FCBA

*Aos meus filhos Aline, Luana e João Luís,
que constituem todas as razões da minha vida.*

*Ao meu esposo Paulo,
pelo seu amor, companheirismo, estímulo e auxílio
no desenvolvimento deste trabalho.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À minha mãe e a minha família que abriram mão dos momentos valiosos de convivência para que eu pudesse executar este trabalho.

À profa. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon pela competência e confiança na condução deste trabalho.

À profa. Dra. Tathiana Elisa Masetto, co-orientadora desta dissertação, pela amizade, estímulo, ensinamentos e participação nas correções deste trabalho.

À profa. Dra. Zefa Valdivina Pereira que disponibilizou as sementes de marmelo e uvaia que foram utilizadas neste trabalho.

Aos funcionários dos Laboratório de Sementes e de Nutrição e Metabolismo de Plantas da UFGD, pela constante colaboração.

A todos meus amigos que sempre estiveram presente me aconselhando e incentivando com carinho e dedicação.

Ao produtor rural Sr. Danilo Taffarel e sua família que disponibilizaram as sementes de araçá utilizadas neste trabalho.

Ao estagiário do curso de agronomia da UFGD Josué de Quadros, pelo auxílio prestado na condução dos experimentos.

Aos colegas de curso, pelo companheirismo e pela agradável conviência. Em especial à Daiane pela colaboração prestada em trabalhos.

Aos docentes do curso de Mestrado em Agronomia, pelos ensinamentos, que contribuíram de forma grandiosa para atualização dos meus conhecimentos.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente tornaram possível a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPÍTULO I	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4. CONCLUSÕES.....	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
CAPÍTULO II	39
RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4. CONCLUSÕES.....	59
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
CAPÍTULO III	63
RESUMO.....	64
ABSTRACT.....	65
1. INTRODUÇÃO.....	66
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4. CONCLUSÕES.....	83
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II		PÁGINA
TABELA 1.	Germinação, massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo, comprimento total de plântulas e tempo médio de germinação em função do teor de água das sementes de <i>Psidium guineense</i> Swartz.....	47
TABELA 2.	Teores de água de sementes de araçá após armazenamento.....	49
TABELA 3.	Massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e comprimento total, em função do teor de água de sementes de <i>Psidium guineense</i> Swartz. submetidas ao armazenamento por 90 dias.....	52
TABELA 4.	Tempo médio de germinação em função do local de armazenamento e do teor de água de sementes de <i>Psidium guineense</i> Swartz.....	52
TABELA 5.	Germinação, comprimento de raiz primária e comprimento total de plântulas em função do tempo de embebição em sementes de <i>Psidium guineense</i> Swartz osmocondicionadas.....	54
CAPÍTULO III		
TABELA 1.	Germinação, massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo, comprimento total de plântulas e tempo médio de germinação em função do teor de água nas sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich) A. Rich. ex DC.....	73
TABELA 2.	Teores de água de sementes de marmelo após armazenamento.....	74
TABELA 3.	Germinação e comprimento total de plântulas de <i>Alibertia edulis</i> (Rich) A. Rich. ex DC (marmelo) em função do teor de água das sementes e do local de armazenamento.....	76
TABELA 4.	Massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e tempo médio de germinação em função do teor de água das sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich) A. Rich. ex DC submetidas a armazenamento por 30	

	dias.....	78
TABELA 5.	Germinação (%) em função do tempo de embebição e do potencial osmótico em sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich) A. Rich. ex DC.....	79

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I		PÁGINA
FIGURA 1.	Tempo de secagem (dias) em função do teor de água (%) em sementes de <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.....	28
FIGURA 2.	Germinação (%), Massa fresca (g), comprimento de raiz primária (cm), comprimento de hipocótilo (cm), comprimento total de plântulas e tempo médio de germinação (dias) em função do teor de água nas sementes de <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.....	29
FIGURA 3.	Germinação (%) em função do local de armazenamento de sementes de <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.....	32
FIGURA 4.	Massa fresca (g), comprimento de raiz primária (cm), comprimento de hipocótilo e comprimento total em função do local de armazenamento em sementes de <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.....	32
FIGURA 5.	Tempo médio de germinação (dias) em função do local de armazenamento em sementes de <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.....	33
CAPÍTULO II		
FIGURA 1.	Germinação (%), massa fresca (g), comprimento de raiz primária (cm) e comprimento de hipocótilo (cm) em função do local de armazenamento em sementes de <i>P. Guineense</i> Swartz.....	50
FIGURA 2.	Comprimento total de plântulas (cm) em função do local de armazenamento em sementes de <i>P. Guineense</i> Swartz.....	50
FIGURA 3.	Comprimento de raiz primária (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de <i>Psidium guineense</i> Swartz.....	54
FIGURA 4.	Comprimento total de plântulas (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de <i>Psidium guineense</i> Swartz.....	55
FIGURA 5.	Tempo médio de germinação (dias) em função do potencial osmótico (Mpa) em sementes de <i>Psidium</i>	

	<i>guineense</i> Swartz.....	55
FIGURA 6.	Massa fresca (g) em função do potencial osmótico (MPa) e tempo de embebição (dias) em sementes de <i>Psidium guineense</i> Swartz.....	57
FIGURA 7.	Comprimento de hipocótilo (cm) em função do potencial osmótico (MPa) e tempo de embebição (dias) em sementes de <i>Psidium guineense</i> Swartz.....	57

CAPÍTULO III

FIGURA 1.	Massa fresca (g), comprimento de raiz primária (cm), comprimento de hipocótilo (cm) e tempo médio de germinação em função do local de armazenamento em sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich) A. Rich. ex DC.....	77
FIGURA 2.	Comprimento de raiz primária (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich) A. Rich. ex DC.....	81
FIGURA 3.	Comprimento de hipocótilo (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich) A. Rich. ex DC.....	81
FIGURA 4.	Comprimento total de plântulas (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich) A. Rich. ex DC.....	81

SECAGEM, ARMAZENAMENTO E CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES DE FRUTÍFERAS NATIVAS DO CERRADO

Autora: Eliane Marques da Silva Neves
Orientadora: Profa. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a sensibilidade à dessecação e o armazenamento de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess (uvaia) e a tolerância à dessecação, armazenamento e condicionamento osmótico de sementes de *Psidium guineense* Swartz (araçá) e *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC (marmelo), espécies nativas do Cerrado. Os frutos utilizados foram coletados de matrizes na cidade de Dourados-MS, Amambai-MS e Rio Brillhante-MS e foram beneficiados no laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas da UFGD. Para o estudo da sensibilidade à dessecação de sementes de uvaia foi utilizado o protocolo baseado na redução do nível de hidratação das sementes a cada cinco pontos percentuais, obtendo-se sementes com teor de água inicial de 45% sendo reduzido a 40, 30, 25, 20, 15 10 e 5%. Para avaliar a longevidade das sementes de uvaia durante 30 dias de armazenamento, foram testadas as condições de câmara fria e seca ($16\pm 1^{\circ}\text{C}/40\%$ UR), geladeira ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$), freezer ($-18\pm 1^{\circ}\text{C}$) e as sementes que não foram submetidas ao armazenamento constituíram o tratamento controle. Para avaliar a tolerância à dessecação em sementes de araçá e o efeito da secagem em sementes de marmelo foi utilizado o protocolo baseado na redução do nível de hidratação das sementes a cada cinco pontos percentuais obtendo-se sementes com teores de água de 15, 10 e 5%. Para estudar a longevidade das sementes durante o armazenamento foram testadas cinco condições de armazenamento: laboratório ($25\pm 1^{\circ}\text{C}/50\%$ UR), câmara fria e seca ($16\pm 1^{\circ}\text{C}/40\%$ UR), geladeira ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$), freezer ($-18\pm 1^{\circ}\text{C}$) e as sementes que não foram submetidas ao armazenamento constituíram o tratamento controle. As sementes de araçá foram armazenadas por 90 dias e as sementes de marmelo por 30 dias ambas com teores de água de 5 e 10%. Para estudar o efeito do condicionamento osmótico em sementes de araçá e marmelo, as sementes foram embebidas por 5 e 10 dias nas seguintes soluções de polietilenoglicol 6000: 0,0 MPa, -0,3 MPa, -0,5 MPa, -0,7 MPa e -1,3 MPa. Em todos os experimentos o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições de 25 sementes cada. As sementes de uvaia são sensíveis à dessecação e não toleraram a secagem a 5% de teor de água. A redução do teor de água prejudicou as características estudadas. As sementes recém-beneficiadas apresentaram germinação de aproximadamente 77% e com a secagem até 5% houve a redução para 15% de germinação. As condições de armazenamento sob temperaturas baixas e a secagem reduziram a germinação das sementes, indicando assim um comportamento recalcitrante. As sementes de araçá apresentam comportamento ortodoxo em relação à tolerância à dessecação e ao armazenamento, devido a manutenção da capacidade de germinação ao atingir teores de água de 5%. O condicionamento osmótico não aumentou a porcentagem de germinação e o crescimento das plântulas de araçá, porém reduziu pela metade o tempo médio de germinação. Sementes de marmelo apresentam comportamento ortodoxo e não perdem a capacidade de germinação ao atingir o teor de água de 5%, mesmo após 30 dias de armazenamento, porém o armazenamento em freezer não é recomendado para essas sementes. Sementes de marmelo não necessitam de condicionamento osmótico para atingir elevados índices de germinação.

Palavras-chaves: polietilenoglicol 6000, longevidade, Myrtaceae, Rubiaceae.

DRYING, STORAGE AND OSMOTIC CONDITIONING OF FRUIT SEEDS NATIVE OF SAVANNAH

Author: Eliane Marques da Silva Neves
Adviser: Dr. Silvana de Paula Quintão Scalon

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the sensitivity to desiccation and storage of seeds of *Eugenia pyriformis* (uvaia) and desiccation tolerance, storage and priming of seeds of *Psidium guineense* (guava) and *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC (quince), native of Savannah. The fruits used were collected from headquarters in the city of Dourados-MS, Amambai-MS and Rio Brillhante-MS, and benefited at the Laboratory of Nutrition and Metabolism of Plants from the UFGD. To study the desiccation sensitivity of uvaia seeds a protocol was used based on the reduced level of hydration of the seeds every five percentage points, resulting in seeds with an initial moisture content of 45%, being reduced to 40, 30, 25, 20, 15, 10 and 5%. To assess the longevity of uvaia seeds during a storage period of 30 days, the following conditions were tested: cold and dry chambers (16 ± 1 °C/40% relative humidity), refrigerator (5 ± 1 °C), freezer (-18 ± 1 °C) and the seeds that were not subjected to storage constituted the control treatment. To evaluate the desiccation tolerance on guava seeds and the effect of drying on the quince seeds a protocol was used based on the reduced level of hydration of the seeds every five percentage points yielding seeds with moisture contents of 15, 10 and 5%. To study the longevity of seeds during storage, five storing conditions were tested: laboratory (25 ± 1 °C/50% relative humidity), cold and dry chambers (16 ± 1 °C/40% relative humidity), refrigerator (5 ± 1 °C), freezer (-18 ± 1 °C) and the seeds that were not subjected to storage constituted the control treatment. The guava seeds were stored for 90 days and the quince seeds for 30 days, both with moisture contents of 5 and 10%. To study the effect of priming in guava and quince seeds, the seeds were soaked for 5 and 10 days in the following solutions of polyethylene glycol 6000: 0.0 MPa, -0.3 MPa, -0.5 MPa, -0.7 MPa and -1.3 MPa. In all the experiments, the experimental delimitation was completely randomized with 4 repetitions of 25 seeds each. The uvaia seeds are sensitive to desiccation and cannot tolerate drying at 5% water content. The reduction of water damaged the characteristics studied. The seeds recently benefited presented germination of approximately 77% and with the dehydration to 5% the germination was reduced to 15%. The storage conditions under low temperatures and drying reduced seed germination, thus indicating a recalcitrant behavior. The guava seeds presented orthodox behavior in relation to desiccation tolerance and storage, due to the maintenance of germination capacity when reaching a water content of 5%. The priming did not increase the germination percentage and seedling growth of guava seeds, however it halved the average time of germination. Quince seeds present orthodox behavior and do not lose germination capacity upon reaching the water content of 5%, even after 30 days of storage, however storage in a freezer is not recommended for these seeds. Quince seeds do not require priming to achieve high germination rates.

Keywords: polyethylene glycol 6000, longevity, Myrtaceae, Rubiaceae.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui grande diversidade biológica e uma riqueza na flora que desperta muito interesse em comunidades científicas internacionais que visam o estudo, conservação e utilização racional desses recursos (SOUZA e FELFILI, 2006).

O Cerrado ocupa 25% do território nacional, apresentando grande diversificação na fauna e na flora (ÁVIDOS e FERREIRA, 2010). Compreende uma área extensa e contínua nos Estados de Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso e algumas penínsulas e áreas disjuntas que se estende por outros Estados (MELCHIOR et al., 2006).

Estima-se que grande parte das áreas do Cerrado já não possuem sua cobertura vegetal original sendo atualmente ocupada por paisagens antrópicas. Alguns estudos apontam que mais de 50% estão altamente modificadas, restando apenas 20% da formação original (SILVA et al., 2002).

Em Mato Grosso do Sul a flora do Cerrado abriga vários grupos de espécies e dentre elas a família Myrtaceae e Rubiaceae. Além da importância conservacionista, a flora nativa do Cerrado pode ser utilizada gerando alternativas de uso e renda para os produtores rurais. Várias espécies se destacam como alimentícias, medicinais, madeireiras, artesanais, além de outros usos (FELFILI et al., 2004; AQUINO et al., 2007).

A família Myrtaceae compreende diversas plantas arbóreas e arbustivas, dentre elas as do gênero *Psidium* e *Eugenia*. Em razão de sua qualidade, os frutos podem ser utilizados para consumo *in natura* ou para indústria na produção de fármacos e também na arborização urbana (DELGADO e BARBEDO, 2007).

A família Rubiaceae ocupa o quarto lugar entre as angiospermas em número de espécies e, no Cerrado, corresponde a quinta mais representativa. Espécies do gênero *Alibertia* tem grande importância, sendo o marmelo (*Alibertia edulis* Rich), muito apreciado pela população podendo ser consumido *in natura* ou como geléia e doces (SILVA et al., 2001; CHIQUIERI et al., 2004)

Muitos estudos abordam o potencial econômico das espécies nativas, que ocupam lugar de destaque na alimentação e na medicina popular e por apresentar alto

valor nutritivo, os frutos nativos seriam a base de sustentação para a vida silvestre e fonte complementar de alimentação para as populações rurais, podendo ser utilizada também como uma alternativa de renda para os produtores rurais (SILVA et al., 2001).

A procura por sementes de espécies nativas vem aumentando, pois estas são insumos básicos em programas de recuperação e conservação de ecossistemas, bem como, para produção em escala comercial das espécies que apresentam potencial econômico. Portanto, para o estabelecimento de bancos de germoplasma ou conservação *ex situ* também é necessária a disponibilidade dessas sementes (CARVALHO et al., 2006).

Diante da redução dos recursos vegetais do Cerrado, estudos sobre a sensibilidade à dessecação das sementes, armazenamento e condicionamento osmótico podem contribuir para a propagação das espécies frutíferas do Cerrado.

As sementes que se mantêm viáveis após a dessecação até um teor de água em torno de 5% são classificadas de acordo com seu comportamento durante o armazenamento em ortodoxas, podendo ser armazenadas sob baixas temperaturas por um longo período. As sementes recalcitrantes ou sensíveis à dessecação são aquelas que não sobrevivem com baixos níveis de umidade, o que impede o seu armazenamento e a conservação do germoplasma em bancos de sementes por longo prazo (ROBERTS, 1973).

As sementes intermediárias representam uma categoria de classificação proposta por Ellis et al., (1990). Essas sementes sobrevivem à dessecação com cerca de 10% de teor de água e geralmente não toleram o armazenamento sob baixas temperaturas durante períodos prolongados.

A aquisição da tolerância à dessecação é um fenômeno complexo e envolve interações de ajustes metabólicos e estruturais. Esses, permitem que as células resistam a perdas consideráveis de água sem que ocorra prejuízos acentuados. A menor eficiência de um dos fatores envolvidos pode acarretar níveis de tolerância diferentes, sendo portanto, impossível a completa proteção contra esses danos. Sendo assim, a essência da tolerância à dessecação se manifesta através da habilidade de promover a reversão dos efeitos a partir da reidratação das sementes. Alguns processos e mecanismos como características intracelulares, atividade metabólica, presença, operação e eficiência dos sistemas antioxidantes, acúmulos de moléculas de substâncias protetoras, atividade de moléculas anfipáticas, presença e ação de

mecanismos de reparo durante a hidratação, são responsáveis pela resistência à dessecação, o que confere proteção contra os efeitos da perda de água, sob diferentes níveis de hidratação e a ausência ou falha de um desses mecanismos determinam o grau de tolerância à dessecação (MARCOS FILHO, 2005).

Para aumentar a eficiência da propagação de espécies florestais o condicionamento osmótico pode ser uma ferramenta útil. Essa técnica consiste no controle da embebição das sementes em contato com solução aquosa de polietilenoglicol (PEG) que permite a hidratação controlada das sementes e limita a absorção de água de maneira que as etapas iniciais da germinação sejam ativadas sem que se atinja a fase da germinação visível durante o procedimento (MARCOS FILHO, 2005; COSTA e VILLELA, 2006).

O composto é utilizado em experimentos em casa de vegetação onde é possível um controle mais efetivo do ambiente. É um agente com capacidade de aumentar a concentração osmótica das soluções nutritivas em experimentos com plantas, simulando seca e causando a dessecação na planta devido o bloqueio do movimento da água pela diminuição do potencial osmótico do meio onde crescem as raízes. O PEG 6000 vem sendo muito utilizado em pesquisas para simulação de déficit hídrico, pois não penetra nas células das sementes, não é degradado e não causa toxidez devido ao seu alto peso molecular (HASEGAWA et al., 1984; MARCOS FILHO, 2005).

Em revisão realizada por Kissmann et al., (2010), os autores citam que quando o condicionamento osmótico é favorável, o mesmo promove a ocorrência de mobilização de reservas, ativação e síntese de algumas enzimas, início e aumento da síntese de DNA e RNA. Ao ocorrer esses eventos as sementes disponibilizam os precursores utilizados na síntese de macromoléculas, que podem estar relacionadas à remoção de certos agentes inibidores da germinação, como o ABA (ácido abscísico), ou à produção de agentes promotores, como o ácido giberélico. Sendo assim, o osmocondicionamento, propicia uma maior uniformidade e sincronização da germinação, bem como elevado índice de emergência e desenvolvimento das plântulas. O osmocondicionamento representa uma linha de pesquisa muito promissora e apesar de alguns estudos já realizados, ainda são poucas as informações a respeito do uso dessa técnica em sementes de espécies florestais nativas, devido a grande diversidade da flora brasileira.

O êxito dos programas de conservação da flora do Cerrado e da produção de mudas nativas para recomposição de ecossistemas depende do conhecimento sobre a fisiologia de suas sementes e de técnicas que permitam maximizar sua propagação. Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a sensibilidade à dessecação e o comportamento durante o armazenamento de sementes de uvaia, a tolerância à dessecação, o comportamento durante o armazenamento e o efeito do condicionamento osmótico em sementes de araçá e marmelo, espécies frutíferas nativas do Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVIDOS, M.F.D.; FERREIRA, L.T. Frutos dos Cerrados – **Preservação gera muitos frutos**. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 11 de agosto de 2010.

AQUINO, F.G.; WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Espécies vegetais de uso múltiplo em reservas legais de cerrado – Balsas, MA. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, suplemento 1, p.147-149, Porto Alegre-RS, 2007.

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

CHIQUIERI, A.; DI MAIO, F.R.; PEIXOTO, A.L. A distribuição da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasiliensis de Martius. **Rodriguesia**, v.55, n.84, p. 47-57, Rio de Janeiro-RJ, 2004.

COSTA, C.J.; VILLELA, F.A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n.1, 21-29, Pelotas-RS, 2006.

DELGADO, L.F.; BARBEDO, C.J.; Tolerância à dessecação de sementes de Eugenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p. 265-272. Brasília-DF, 2007.

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

FELFILI, J.M.; RIBEIRO, J.F.; BORGES-FILHO, H.C.; VALE, A.T. **Potencial econômico da biodiversidade do cerrado: alternativas de manejo sustentável dos recursos da flora**. In: AGUIAR, L.M.S. e CAMARGO, A.J.A. (Org.) **Cerrado: ecologia e caracterização**. Embrapa Cerrados - Brasília, p. 177-220, Brasília-DF, 2004.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; HANDA, S.; HANDA, A.K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, v.19, n.3, p. 371 – 377, Alexandria, 1984.

KISSMAN, C.; SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. S.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.26-35, Londrina-PR, June, 2010.

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

MELCHIOR, S.J.; CUSTÓDIO, C.C.; MARQUES, T.A.; MACHADO NETO, N.B. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.141-150, Pelotas-RS, 2006.

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

SILVA, D.B.; SILVA, J.A.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas do Cerrado**. Embrapa Informação Tecnológica, 178 p., Brasília-DF, 2001.

SILVA, L.O.; COSTA, D.A.; FILHO, K.E.S.; FERREIRA, H.D; BRANDÃO, D. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de Cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n.1, p.43-52, São Paulo-SP, 2002.

SOUZA, C.D.; FELFILI, J.M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.20, n.1, p. 135-142, São Paulo-SP, 2006.

CAPITULO I

SENSIBILIDADE À DESSECAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

Eugenia pyriformis Cambess (uvaia)

SENSIBILIDADE À DESSECAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Eugenia pyriformis* Cambess. (UVAIA)

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a sensibilidade à dessecação e a longevidade durante o armazenamento de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. (uvaia). Os frutos utilizados foram coletados em matrizes localizadas na cidade de Amambai-MS. Para o estudo da sensibilidade à dessecação foi utilizado o protocolo baseado na redução do nível de hidratação das sementes a cada cinco pontos percentuais obtendo-se sementes com teores de água de 45, 40, 30, 25, 20, 15, 10 e 5%. Para estudar a longevidade das sementes durante o armazenamento foram testadas as condições de câmara fria e seca ($16\pm 1^{\circ}\text{C}/40\%$ UR), geladeira ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$) e freezer ($-18\pm 1^{\circ}\text{C}$) durante 30 dias e as sementes que não foram submetidas ao armazenamento constituíram o tratamento controle. O efeito da dessecação e do armazenamento foi observado por meio de porcentagem de germinação, massa fresca, comprimento de raiz primária, hipocótilo e total de plântulas e tempo médio de germinação. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições de 25 sementes cada. As sementes de uvaia são sensíveis à dessecação e não toleraram a secagem a 5% de teor de água. As sementes recém-beneficiadas apresentaram germinação de aproximadamente 77% e com a secagem até 5% houve a redução para 15% de germinação e a diminuição do teor de água provocou a redução das demais características estudadas. As condições de armazenamento sob temperaturas baixas e a secagem reduziram a germinação das sementes, indicando assim o comportamento recalcitrante das sementes de uvaia.

Palavras-chaves: Cerrado, recalcitrância, longevidade, Myrtaceae.

SENSITIVITY TO DESICCATION AND STORAGE OF *Eugenia Pyriformis* Cambess. (UVAIA) SEEDS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the sensitivity to desiccation during storage and longevity of seeds of *Eugenia pyriformis* Cambess. (Uvaia). The fruits used were collected at headquarters in the city of Amambai-MS. To study the sensitivity to desiccation protocol was used based on the reduced level of hydration of seeds every five percentage points yielding seeds with moisture contents of 45, 40, 30, 25, 20, 15, 10 and 5% . To study the longevity of seeds during storage were tested in conditions of cold and dry ($16 \pm 1\text{C}^\circ / 40\%$ relative humidity), refrigerator ($5 \pm 1\text{C}^\circ$) and freezer ($-18 \pm 1^\circ \text{C}$) for 30 days and the seeds do not were subjected to storage treatment constituted the control. The effect of drying and storage was observed by means of germination percentage, fresh weight, length of primary root, hypocotyl of seedlings and total and average time of germination. The experiment was a completely randomized design with four replications of 25 seeds each. Uvaia seeds are sensitive to desiccation and can not tolerate drying to 5% water content. The seeds germinated recently benefited from approximately 77% and dehydrated to 5% was reduced to 15% germination and the decrease in water content caused a reduction of other traits. The conditions of storage under low temperatures and drying reduced seed germination, thus indicating the recalcitrant behavior of seeds uvaia.

Keywords: Cerrado, recalcitrance, longevity, Myrtaceae.

INTRODUÇÃO

O Bioma Cerrado apresenta grande biodiversidade e a flora nativa representa grande importância podendo ser aproveitada na alimentação, como medicinal, recuperação de áreas degradadas e arborização urbana, o que evidencia a importância dos estudos relacionadas à conservação das espécies nativas.

No Estado de Mato Grosso do Sul, caracterizado com clima tropical, o Bioma Cerrado ocupa aproximadamente 61% da área e a diversidade da flora ainda é pouco conhecida. No entanto, a cobertura vegetal original cedeu espaço para atividades antrópicas como agricultura e pecuária (MATO GROSSO DO SUL, 1990; SANGALI et al., 2002; SCALON et al., 2009).

A flora do Cerrado em Mato Grosso do Sul abriga vários grupos de espécies, dentre as quais a família Myrtaceae compreende diversas plantas arbóreas e arbustivas que podem ser utilizados de forma ornamental ou na produção comercial de frutos e além da goiaba, pitanga e jaboticaba, outras espécies podem ser utilizadas na fruticultura regional, devido à qualidade dos frutos e a adaptação a algumas condições de clima tropical. O gênero *Eugenia* está entre o mais importantes dessa família, apresentando mais de 3000 espécies, sendo que as nativas brasileiras possuem frutos comestíveis e devido a sua qualidade, podem ser consumidos *in natura* ou ser utilizados na indústria na produção de fármacos e também na arborização urbana (LORENZI, 1992; DONADIO e MORO, 2004; BARBEDO et al., 2005; VENDRAME e SILVA et al., 2005).

A maioria das espécies de *Eugenia* nativas do Brasil produzem poucas sementes em seus frutos, geralmente uma ou duas, o que dificulta a produção de mudas em escala comercial (VENDRAME e SILVA et al., 2005). Além disso, Scalon et al., (2006), observaram em sua revisão que algumas sementes de espécies nativas possuem elevada rapidez de deterioração e podem manter a viabilidade somente por períodos que variam entre algumas semanas a poucos meses. Diante dessas características, torna-se importante o uso de tecnologia que permitam maximizar o uso das sementes, como o fracionamento, que de acordo com Silva et al., (2003), possibilita a ampliação de produção de mudas de *Eugenia pyriformis* a partir de um mesmo lote, quando realizado longitudinalmente, ao seu eixo maior. Em

estudos de fracionamento com *Eugenia involucrata* DC., *Eugenia uniflora* L. e *Eugenia brasiliensis* Lam., Vendrame e Silva et al., (2005), observaram que quando essas sementes são fracionadas ao meio, contendo pelo menos a metade do hilo, ocorre a manutenção da capacidade germinativa e de produção de plântulas normais.

A *Eugenia pyriformis* Cambess., popularmente conhecida como uvaia, uvaieira, uvalha, uvalheira é uma espécie de hábito arbóreo que mede aproximadamente de 5 a 15 m de altura, possui frutos indeiscentes, carnosos, piriformes, pilosos com coloração amarela comestíveis de sabor adocicado e acidulado, podendo se utilizados na fabricação de sucos, vinagre e vinho. As sementes apresentam tegumento de coloração castanha, cotilédones carnosos e justapostos e após a extração essas se oxidam rapidamente provocando o seu escurecimento (ANDRADE e FERREIRA, 2000; DELGADO e BARBEDO, 2007).

As sementes foram classificadas segundo seu potencial germinativo em função da perda de água em recalcitrantes e ortodoxas. As sementes recalcitrantes são dispersas com alto teor de água sem sofrer secagem natural expressiva no final do período de maturação, permanecendo metabolicamente ativas e sensíveis à secagem, podendo germinar logo após sua dispersão. Já as sementes ortodoxas apresentam seu desenvolvimento dividido em três fases: a histo-diferenciação, maturação e secagem. Na fase de maturação essas sementes adquirem tolerância à dessecação, que será mantida após a dispersão e após serem novamente hidratadas retomam o metabolismo para o processo de germinação (BERJAK e PAMMENTER, 2000; MARCOS FILHO 2005).

Para programas de repovoamento de vegetação ou para manutenção dos bancos de germoplasma, a qualidade fisiológica das sementes deve ser preservada até sua sementeira (KOHOMA et al., 2006). Assim, estudos relacionados à tolerância à dessecação de sementes são importantes para a conservação *ex situ* do germoplasma de espécies frutíferas nativas do Cerrado e para indicar o grau de umidade para o armazenamento eficiente das sementes, sem causar danos à qualidade fisiológica e ao sucesso da propagação futura da espécie.

Diante da importância da espécie e da carência de informações sobre sua conservação, objetivou-se com este trabalho estudar a sensibilidade à dessecação e a longevidade das sementes de uvaia durante o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Eugenia pyriformis* Cambess. (uvaia) foram coletados diretamente de 8 matrizes localizadas a 5 km da cidade de Amambai, situada na porção Sul do Estado de Mato Grosso do Sul, entre as coordenadas geográficas S 23°02'37" e W 55°09'10" (MATO GROSSO DO SUL, 1990), na segunda quinzena dos meses de outubro e novembro de 2009. Após a coleta, os frutos foram beneficiados no laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em Dourados-MS, por meio de maceração em peneira, sob água corrente até a despolpa. As sementes foram homogeneizadas compondo um único lote e em seguida foram posicionadas em camada única sobre bandejas plásticas para a secagem superficial.

Para a determinação do teor de água das sementes após o beneficiamento, foi utilizado o método da estufa a $105 \pm 2^\circ$ C, durante 24 horas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 4 repetições com 1 semente cortada ao meio e os resultados foram expressos em percentagem, baseados no peso das sementes úmidas. Para o teste de germinação as sementes recém extraídas dos frutos foram lavadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 5 minutos e em seguida enxaguadas em água corrente. As sementes foram semeadas entre areia no interior de bandejas plásticas, sob temperatura alternada de 20/30°C, com 10 horas de luz para a temperatura mais elevada e 14 horas de escuro para a temperatura mais baixa, em B.O.D. no Laboratório de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD.

Experimento I : Tolerância à dessecação: Para avaliar a capacidade de tolerância à dessecação das sementes foi utilizado o protocolo baseado na redução do nível de hidratação das sementes a cada cinco pontos percentuais (HONG e ELLIS, 1996). Para obtenção dos tratamentos, as sementes recém-beneficiadas foram divididas em sub-amostras e foram submetidas a secagem lenta sob temperatura de ambiente de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}/50\%$ UR), de acordo com os níveis de hidratação a serem obtidos (40, 35, 25, 20, 15, 10 e 5% de teor de água). As sementes permaneceram em camada única sob condições de laboratório (temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}/50\%$ UR) e foram realizadas pesagens sucessivas até que o peso encontrado

coincidissem com o teor de água desejado por meio da expressão proposta por Cromarty et al., (1985):

$$Pd = \frac{Pi \times (100 - Ui)}{(100 - Ud)} \quad \text{onde:}$$

Pd: Peso desejado (g)

Pi: Peso inicial (g)

Ui: Umidade inicial (%)

Ud: Umidade desejada (%)

Ao alcançar o grau de umidade pré-estabelecido, as sementes foram retiradas das bandejas plásticas, lavadas com solução de hipoclorito de sódio a 1% para desinfestação, enxaguadas em água corrente e semeadas de acordo com a metodologia citada anteriormente.

Experimento II – Longevidade durante o armazenamento: As sementes de uvaia com teor de água de 30% foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes com espessura de 0,25 mm e foram testadas as seguintes condições de armazenamento: câmara fria e seca ($16 \pm 1^\circ\text{C}/40\%$ UR), geladeira ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) e freezer ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$). As sementes que não foram armazenadas constituíram o controle. Após 30 dias de armazenamento foi determinado o teor de água das sementes e realizada a semeadura conforme metodologia citada anteriormente.

Em ambos os experimentos foram avaliados: **Germinação:** considerando-se sementes germinadas aquelas que apresentavam protrusão da raiz primária com mais de 5 mm de comprimento e os resultados foram expressos em porcentagem. **Comprimento de plântulas:** obtidos os comprimentos de raiz primária, hipocótilo e comprimento total das plântulas com auxílio de régua milimetrada e os resultados expressos em centímetros. **Massa fresca:** obtida através das pesagens de plântulas em balança analítica e os resultados expressos em gramas. **Tempo Médio de Germinação:** anotando-se o número de sementes germinadas em cada repetição a cada avaliação. Para estimar o tempo médio de germinação (TMG) foi utilizada a equação de Edmond e Drapalla (1965) pela qual se obteve o índice que representa a média do tempo necessário para germinação (expressos em dias):

$$TMG = \frac{G1.T1 + G2.T2 \dots Gn.Tn}{G1.G2 \dots Gn} \quad \text{onde:}$$

TMG: Tempo Médio de Germinação (dias)

G(1,2 e n): Número de sementes germinadas

T(1,2 em): Tempo (dias)

No experimento I o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com 8 pontos percentuais de umidade e no experimento II foram 4 condições de armazenamento ambos com 4 repetições de 25 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade e quando significativas foram realizadas análise de regressão (para avaliação da tolerância à dessecação) e teste de Tukey (para avaliar o armazenamento das sementes) ambos 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sensibilidade à dessecação

As sementes de uvaia apresentaram teor de água inicial elevado após o beneficiamento (45%), fato observado também em outras sementes de espécies pertencentes ao gênero *Eugenia*, como em sementes de *E. uniflora* L. (52%), *E. brasiliensis* Lam.(49,6% para roxa e 47,2% para amarela), *E. involucrata* DC. (58,2%), *E. pyriformis* Camb. (66,8%) *E. umbelliflora* Berg.(42,5%), *E. cerasiflora* Miq. (62,8%) (DELGADO e BARBEDO, 2007) e *E. pleurantha* O. Berg. (35,5%) (MASETTO et al, 2008).

Esses valores elevados de teor de água das sementes na maturidade geralmente, estão associados à sensibilidade à dessecação. Sementes que apresentam essa característica possuem curta longevidade, mesmo em condições de baixa temperatura e elevada umidade relativa do ar. O período é variável entre espécies, sendo que a intolerância à dessecação pode estar associada a vários compostos e processos como o acúmulo de reservas insolúveis, a presença de um sistema antioxidante eficiente, a desdiferenciação celular, o acúmulo de proteínas e protetores de oligossacarídeos, além de outros açúcares e a presença de um sistema de reparo eficiente durante a reidratação (PAMMENTER e BERJAK, 1999; LEONHARDT et al., 2010).

As sementes apresentaram secagem lenta, sendo que inicialmente, o período necessário para atingir teores de 40 e 30% de água foi de 1 e 4 dias, respectivamente, e para os demais teores foram necessários um tempo mais longo (Figura 1).

Para avaliar o limite de tolerância à dessecação das sementes é importante observar a velocidade da secagem, sendo que a secagem rápida de todas as espécies estudadas por Delgado e Barbedo (2007) prejudicou a germinabilidade e a produção de plântulas normais, independentemente do método utilizado. Portanto, a secagem lenta utilizada nesse estudo pode ter causado efeito menos prejudicial, sendo que alguns estudos revelaram que o tamanho da semente afeta o tempo de

secagem, sendo que quanto maior a semente maior o tempo de secagem, logo menor o dano (BERJAK e PAMMENTER, 2008).

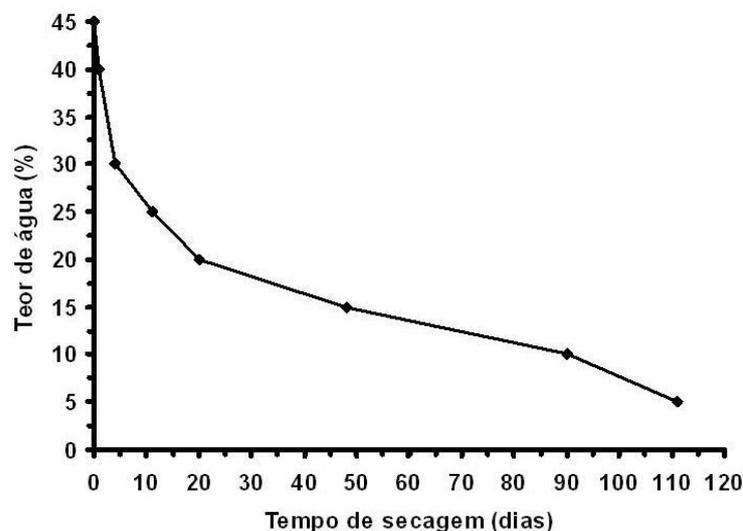


FIGURA 1. Tempo de secagem (dias) em função do teor de água (%) em sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess.

Em trabalhos realizados por Justo et al., (2007) com sementes *Eugenia pyriformis* Cambess (uvaia), os autores relataram que a secagem branda pode estimular o metabolismo da semente com respostas ultraestruturais similares à diferenciação celular que ocorre durante a germinação. Os autores observaram que nos tratamentos de secagem mais branda (16 e 72 horas a 20° C e 16 horas a 35° C) o conteúdo de água das sementes reduziu pouco em relação ao conteúdo inicial e os danos ultraestruturais foram menores em comparação à secagem por 72 horas a 35° C. Esses autores sugeriram que a secagem e o armazenamento prolongado devem ser evitados em sementes dessa espécie.

A secagem a cada cinco pontos percentuais reduziu gradativamente a porcentagem de germinação das sementes e também a formação de plântulas normais de uvaia. Inicialmente observou-se porcentagem de germinação de 77% e 57% em sementes com teores de água de 45% e 30%, respectivamente, havendo uma redução de 20 pontos percentuais (figura 2 A).

As sementes de uvaia com teor de água a partir de 15% apresentaram queda acentuada de germinação e embora houvesse uma redução em todas as características avaliadas, a redução do teor de água para níveis muito baixos (5%) não causou a completa perda da capacidade de germinação, sendo observado aproximadamente 15% de protrusão de raiz primária. Também foi observada redução

na massa fresca de plântulas, comprimentos de raiz primária, hipocótilo e total das plântulas. Não foram observadas diferenças significativas dos níveis de hidratação sobre o comprimento de hipocótilo e tempo médio de germinação das sementes, sendo este último em média de 60 dias (figuras 2B, C, D, E e F).

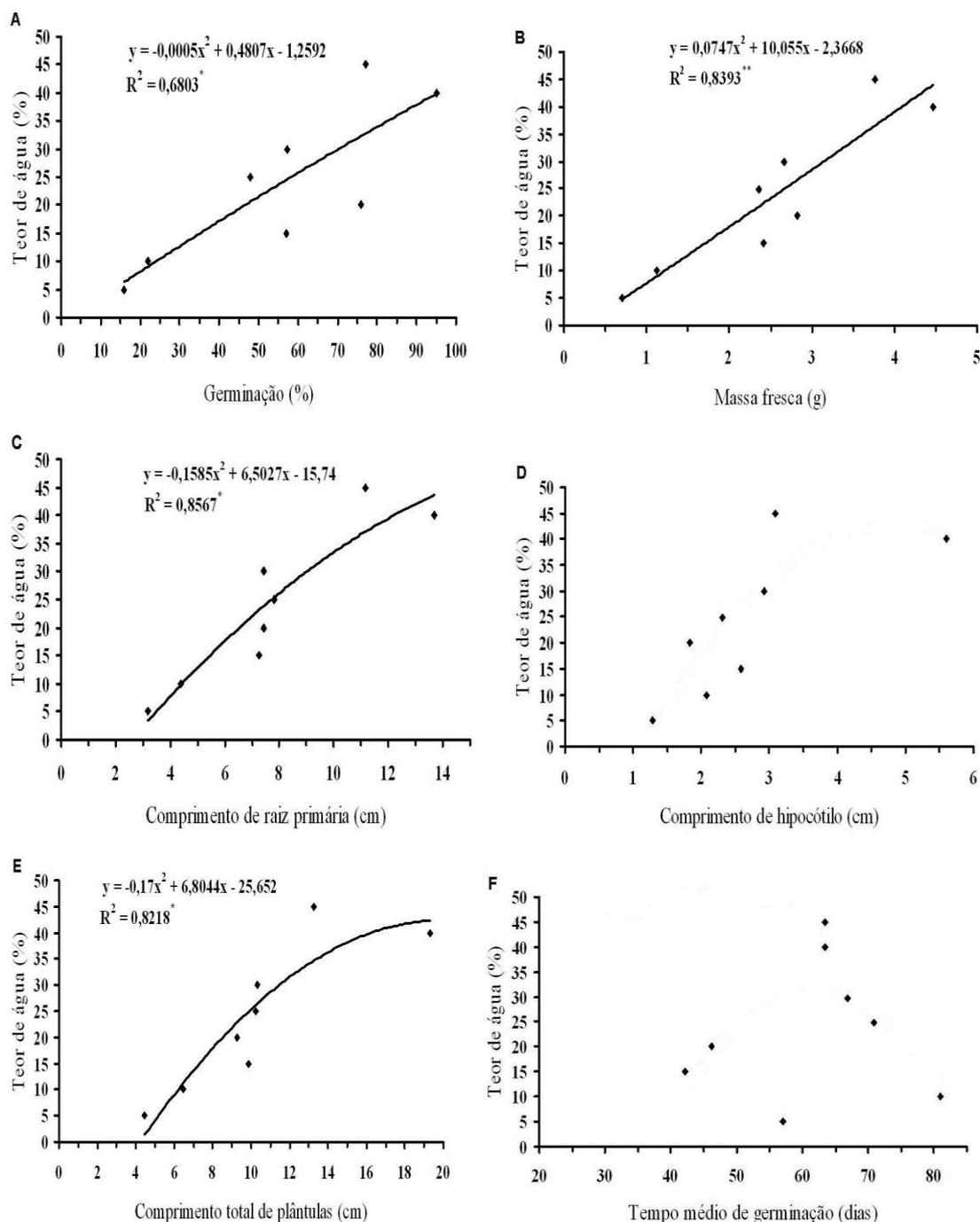


FIGURA 2. A . Germinação (%); B. Massa fresca (g); C. Comprimento de raiz primária (cm); D. Comprimento de hipocótilo (cm); E. Comprimento total de plântulas (cm); F. Tempo médio de germinação (dias) em função do teor de água nas sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess.

Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados com sementes de seis espécies de *Eugenia* sendo possível verificar diferenças na sensibilidade à perda de água permitindo identificar três grupos distintos. As mais sensíveis à dessecação foram as sementes de *Eugenia pyriformis* que apresentaram início de perda de viabilidade com teor de água superior e próximo a 65% e o teor de água letal foi de 15%. Sementes de *E. uniflora*, *E. brasiliensis* e *E. involucrata* apresentaram-se como sementes moderadamente sensíveis à dessecação, com início da perda de viabilidade com teores de água próximos de 45-50%. As sementes de *E. umbelliflora* e *E. cerasiflora* formaram o grupo das sementes menos sensíveis com início da perda da viabilidade com teores de água em torno de 45% (DELGADO e BARBEDO, 2007).

Na maioria dos casos, as sementes recalcitrantes perdem a viabilidade com a secagem até atingir o nível de hidratação 3 (20 a 33% de teor de água), quando estão metabolicamente ativas e com as membranas hidratadas e provavelmente nesse nível ocorre desordem no metabolismo e os mecanismos de reparo se tornam menos eficientes (MARCOS FILHO, 2005).

Em sementes de *Eugenia brasiliensis* (grumixameira) a redução no teor de água causou danos logo no primeiro nível de secagem (43,1%) e afetou negativamente o vigor das sementes durante o armazenamento (KOHOMA et al., 2006).

De acordo com Andrade e Ferreira (2000), sementes de *Eugenia pyriformis* (uvaia) apresentaram sensibilidade à dessecação e perderam a viabilidade quando o grau de umidade atinge valores inferiores a 14% e o processo de germinação é relativamente lento e desuniforme podendo se estender até 135 dias.

Dessa forma, o presente estudo sugere que sementes de uvaia apresentaram comportamento recalcitrante. De acordo com Pammenter et al, (1984) e Berjak e Pammenter (2000), as sementes recalcitrantes não toleram a perda de água e sofrem danos em diferentes níveis durante a secagem e o armazenamento.

Armazenamento

As sementes recém-colhidas de uvaia apresentaram teor de água de 46,2% e sofreram secagem natural até 30% de teor de água quando então foram armazenadas. Embora não fosse analisado estatisticamente, o teor de água durante o

armazenamento de 30 dias não apresentou modificações expressivas, sendo que após o armazenamento em câmara fria e seca as sementes apresentaram teores de água de 30%, sementes armazenadas em geladeira sofreram redução para 25% e sementes armazenadas em freezer apresentaram 23% de teor de água.

Resultados semelhantes foram verificados em trabalhos realizados por Andrade e Ferreira (2000), com sementes de *Eugenia pyriformis* (uvaia), que as condições de câmara fria mantiveram o teor de água das sementes em níveis superiores a 20% durante 60 dias de armazenamento.

As sementes armazenadas em freezer não germinaram, sugerindo que são intolerantes ao congelamento, enquanto que nas demais condições de armazenamento não houve diferença significativa na porcentagem de germinação. Sementes recém-beneficiadas (controle) apresentaram germinação inicial de 57,25%, sendo verificada uma redução na germinação de aproximadamente 17 pontos percentuais em sementes armazenadas em geladeira (41% de germinação) e sementes armazenadas em câmara fria e seca apresentaram 39% de germinação (figura 3).

O mesmo comportamento da porcentagem de germinação foi observado para massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e comprimento total de plântulas, que também não variaram significativamente entre os ambientes de armazenamento (figuras 3, 4a, 4b, 4c e 4d).

Andrade e Ferreira (2000) observaram que sementes de *Eugenia pyriformis* (uvaia), armazenadas em câmara fria e seca apresentaram redução gradativa e significativa do teor de água, gerando efeito significativo na emergência das plântulas, proporcionando uma redução da emergência inferior a 50% da emergência inicial.

Em revisão realizada por Hellmann et al., (2006), os autores relataram que existem espécies que não toleram grande redução de temperatura, principalmente o congelamento das sementes. Nestas condições, a água contida nas sementes pode propiciar a formação de cristais de gelo, acarretando rupturas mecânicas na parede celular e no sistema de membranas, o que pode promover a desagregação celular e a consequente perda da viabilidade das sementes.

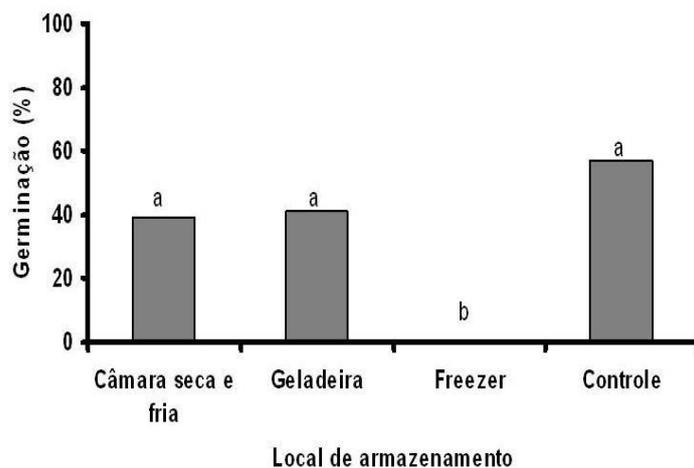


FIGURA 3. Germinação (%) em função do local de armazenamento durante 30 dias de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess.

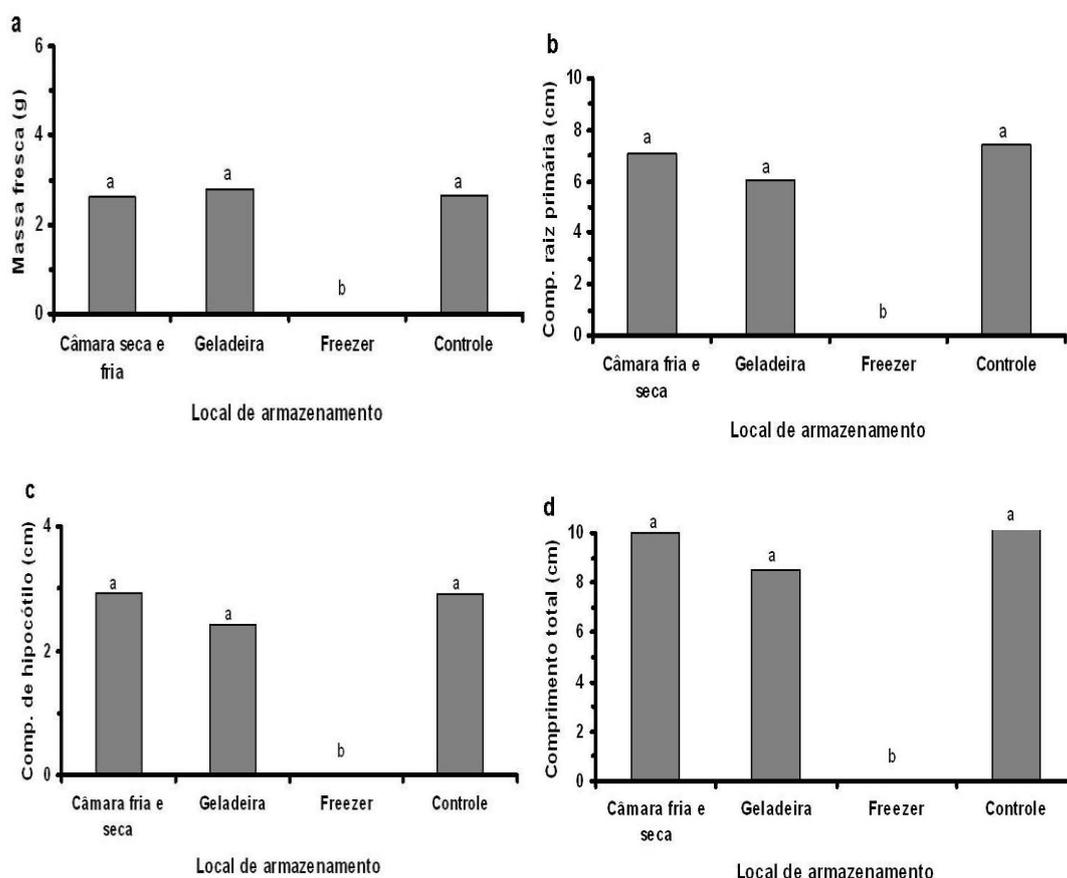


FIGURA 4. a. Massa fresca (g); b. Comprimento de raiz primária (cm); c. Comprimento de hipocótilo (cm); d. Comprimento total em função do local de armazenamento durante 30 dias de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess.

Kohoma et al., (2006), relataram em sua revisão que as sementes intolerantes à dessecação, são frequentemente consideradas também intolerantes a temperaturas inferiores a 15°C.

Houve efeito significativo das condições de armazenamento para o tempo médio de germinação (figura 5) que foi menor nas sementes armazenadas em câmara fria (40 dias) comparado ao tempo de germinação das sementes armazenadas em geladeira (60 dias) e para sementes que não foram submetidas ao armazenamento (66 dias).

Embora, as condições de armazenamento tenham reduzido a capacidade de germinação e as características de crescimento das sementes de uvaia, possivelmente, houve a superação de algum tipo de dormência das sementes. Masetto et al., (2008), observaram o aumento da porcentagem de germinação de *Eugenia pleurantha* após o armazenamento em câmara fria e seca durante 60 dias. De acordo com Barroso (2002) o embrião de espécies do gênero *Eugenia* é globoso, sem diferenciação aparente entre o eixo embrionário e os cotilédones. Portanto, os resultados do presente trabalho podem estar associados a essas indicações, confirmando a existência de dormência morfológica em sementes de uvaia que pode ter sido superada pelo armazenamento.

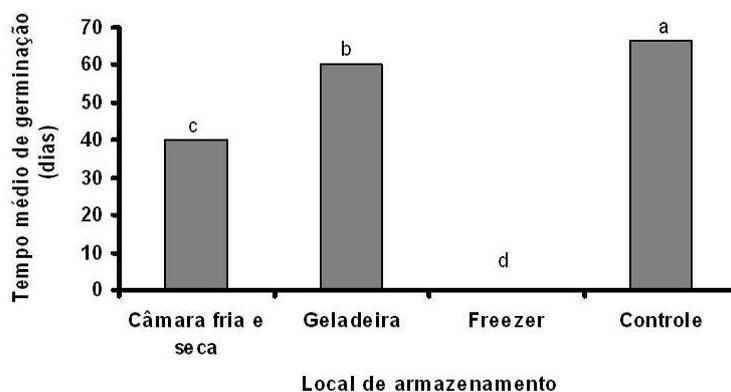


FIGURA 5. Tempo médio de germinação (dias) em função do local de armazenamento durante 30 dias de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess.

Entretanto, Andrade e Ferreira (2000) observaram que sementes de *Eugenia pyriformis* (uvaia) armazenadas em câmara fria ($5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 90% de UR) e em câmara seca ($15\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 60% de UR) sofreram aumento considerável no tempo médio de germinação, após 15 dias de armazenamento, mesmo quando a redução da umidade não foi significativa. O fato demonstrou que outros fatores, além da

dessecação influenciaram no tempo necessário para a emergência das plântulas, sugerindo que a germinação das sementes de uvaia, que são sensíveis à dessecação não pode ser avaliada somente em relação ao teor de água, pois a oxidação e a sanidade das sementes também podem estar associadas à perda da germinação

Resultados diferentes foram observados para sementes *Eugenia uvalha* Camb. (uvaia) as quais apresentaram maior porcentagem de emergência quando as sementes permaneceram armazenadas por 60 dias sob refrigeração (65,56%) e por 90 dias sob temperatura ambiente (52,03%) em comparação com as sementes recém-beneficiadas, as quais não germinaram imediatamente (SCALON et al., 2004).

Assim, estudos sobre o comportamento de sementes durante o armazenamento demonstraram que sementes de diversas espécies de Myrtaceae (*Calyptanthes lúcida* Mart., *Eugenia handroana* D. Legrand, *Eugenia brasiliensis*, *Eugenia dysenterica* DC. e *Myrciaria dúbia* (H.B.K) McVaugh) (CARVALHO et al., 2006), apresentaram comportamento recalcitrante quanto ao armazenamento, o que pode indicar uma tendência de que grande parte das espécies pertencentes a essa família apresentam sementes com sensibilidade à dessecação e ao armazenamento. Essa informação é importante para os trabalhos de conservação de sementes de espécies florestais, e é necessário salientar que a partir desses conhecimentos é possível adotar procedimentos corretos para colheita, transporte e beneficiamento das sementes.

CONCLUSÕES

Sementes de uvaia são sensíveis à dessecação e a redução do teor de água a partir de 15% prejudica a qualidade fisiológica das sementes.

As condições de armazenamento sob temperaturas baixas e a secagem reduzem a viabilidade das sementes, indicando assim um comportamento recalcitrante das sementes.

O armazenamento em câmara fria e seca reduz o tempo médio de germinação das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R.N.B.; FERREIRA, A.G. Germinação e Armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p 118 – 125, Pelotas-RS, 2000.

BARBEDO, A.S.C.; BIANCHI, C.G.; KELLER, L.R.; ORTEGA, M.G.; ORTEGA, S.E.H. **Manual técnico de arborização urbana**. 2.ed., 45 p., São Paulo-SP: PMSP-SVMA, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análises de sementes**. 365p., SNDA/DNDV/CLAV, Brasília-DF, 2009.

BARROSO, G.M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. What ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.22-55, Edição especial, Brasília-DF, 2000.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. From Avicennia to Zizania: Seed Recalcitrance in Perspective. **Annals of Botany, Oxford Journals**, p.213-228, Oxford-EUA, 2008.

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

CROMARTY, A.S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. **Desing of seed storage facilities for genetic conservartion**. Rome: IPGRI, 100p., 1985.

DELGADO, L.F.; BARBEDO, C.J.; Tolerância à dessecação de sementes de Eugenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p. 265-272, Brasília-DF, 2007.

DONADIO, L.C.; MORO, F.V. Potential of brazilian *Eugenia* Myrtaceae – as ornamental and as a fruit crop. **Acta Horticulturae**, p.65-68, 2004.

EDMOND, J.B.; DRAPALLA, W.J. The effects of temperature, sand an soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticulture Science**. v. 71, p. 428-434, 1965.

HELLMANN, M.E.; MELLO, J.I.O.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L.; BARBEDO, C.J. Tolerância ao congelamento de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam) influenciada pelo teor de água inicial. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.1, p.93-101, São Paulo-SP, 2006.

- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behavior**. In: ENGELS, J.M.M; TOLL, J. Rome: IPGRI (IPGRI Technical Bulletin n.1), 62 p., Department of Agriculture the University of Reading, UK, 1996.
- JUSTO, C.F.; ALVARENGA, A.A.; ALVES, E.; GUIMARÃES, R.M.; STRASSBURG, R.C. Efeito da secagem, do armazenamento e da germinação sobre a micromorfologia de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. **Acta Botânica Brasileira**, v. 21, n.3, São Paulo-SP, 2007.
- KOHOMA, S.; MALUF, A. M.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J.; Secagem e Armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.72-78, Pelotas-RS, 2006.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; FIOR, C. S. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC. – Myrtaceae armazenadas em câmara fria. **IHERINGIA – Série Botânica**, v.65, n.1, p.25-33, Porto Alegre-RS, 2010.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 302 p., 1992.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ, 495 p., Piracicaba-SP, 2005.
- MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Desiccation tolerance and DNA integrity in *Eugenia pleurantha* O. Berg. (myrtaceae) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p. 51 -56, Londrina-PR, 2008.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas Multireferencial**, 28 p., Campo Grande-MS, 1990.
- PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. **Seed Science Research**, p. 13-37, University of Natal, Durban-South Africa, 1999.
- PAMMENTER, N.W.; FARRANT, J.M.; BERJAK, P. Recalcitrant seeds: short term storage effects in *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. may be germination associated. **Annals of Botany**, p. 843-846, 1984.
- SANGALLI, A.; VIEIRA, M. C.; ZARATE, N. A. H. Levantamento e caracterização de plantas medicinais nativas com propriedades medicinais em fragmentos florestais e de cerrado, em Dourados-MS, numa visão etnobotânica. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 569, p. 173-184, 2002.
- SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p. 96-103, Pelotas-RS, 2009.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F.; FLORENCIO, D. K. A. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacarandá cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 179-185, Viçosa-MG, 2006.

SCALON, S. P.Q.; SCALON FILHO, H; RIGONI, M.R. Armazenamento e germinação de sementes de uvaia *Eugenia uvalha* Cambess. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.6, p.1228-1234, Lavras-MG, 2004

SILVA, C.V.; BILIA, D.A.S.; MALUF, A.M.; BARBEDO, C.J. Fracionamento e germinação de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess. – Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, jun., p. 213-221, São Paulo-SP, 2003.

VENDRAME e SILVA, C., BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J. Fracionamento e germinação em sementes de *Eugenia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p. 86-92, Pelotas-RS, 2005.

CAPÍTULO II

TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO, ARMAZENAMENTO E CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES DE *Psidium guineense* Swartz (ARAÇÁ)

**TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO, ARMAZENAMENTO E
CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES DE *Psidium guineense*
Swartz (ARAÇÁ)**

RESUMO

Objetivou-se com o trabalho avaliar a tolerância à dessecação, a longevidade durante o armazenamento e o efeito do condicionamento osmótico de sementes de araçá (*Psidium guineense* Swartz.). Para todos os experimentos foram utilizados frutos colhidos em matrizes na cidade de Rio Brilhante-MS. Para o estudo da tolerância à dessecação foi utilizado o protocolo baseado na redução do nível de hidratação das sementes a cada cinco pontos percentuais obtendo-se sementes com teores de água de 15, 10 e 5%. Para estudar a longevidade das sementes durante o armazenamento foram testadas as condições câmara fria e seca ($16\pm 1^{\circ}\text{C}/40\%$ UR), ambiente de laboratório ($25\pm 1^{\circ}\text{C}/50\%$ UR), geladeira ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$) e freezer ($-18\pm 1^{\circ}\text{C}$) durante 90 dias com teores de água de 5 e 10%, e as sementes que não foram submetidas ao armazenamento constituíram o tratamento controle.e as sementes. Para o estudo do efeito do condicionamento osmótico as sementes foram embebidas por 5 e 10 dias nas seguintes soluções de polietilenoglicol 6000: 0,0 MPa, -0,3 MPa, -0,5 MPa, -0,7 MPa e -1,3 MPa. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições de 25 sementes cada. As sementes de araçá apresentaram comportamento ortodoxo em relação à tolerância à dessecação e ao armazenamento, sendo observado 45% de germinação em sementes com 5% de teor de água. O condicionamento osmótico não aumentou a porcentagem de germinação e o crescimento das plântulas de araçá, porém reduziu pela metade o tempo médio de germinação das sementes, evidenciado pela obtenção de germinação após 15 dias da sementeira de sementes osmocondicionadas.

Palavras-chaves: Cerrado, priming, longevidade, Myrtaceae.

DESICCATION TOLERANCE, STORAGE AND OSMOTIC CONDITIONING OF *Psidium Guineense* Swartz (GUAVA) SEEDS

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the desiccation tolerance and longevity during storage and the effect of priming seeds of guava (*Psidium guineense* Swartz.). For all experiments we used in arrays harvested in Rio Brilhante-MS. For the study of desiccation tolerance protocol was used based on the reduced level of hydration of seeds every five percentage points yielding seeds with moisture contents of 15, 10 and 5%. To study the longevity of seeds during storage were tested in conditions cold and dry (16 ± 1 ° C/40% RH), ambient temperature (25 ± 1 ° C/50% relative humidity), refrigerator (5 ± 1 ° C) and freezer ($- 18 \pm 1$ ° C) for 90 days with water content of 5 and 10%, and the seeds that were not subjected to storage treatment consisted controle.e seeds. To study the effect of priming the seeds were soaked for 5 and 10 days in the following solutions of polyethylene glycol 6000: 0.0 MPa, -0.3 MPa, -0.5 MPa, -0.7 MPa and -1.3 MPa. The experiment was a completely randomized design with four replications of 25 seeds each. The seeds of guava were orthodox behavior to desiccation tolerance and storage, being observed 45% germination in seeds with 5% water content. Priming did not increase the germination percentage and seedling growth of guava, but halved the average time of seed germination, as evidenced by obtaining germination 15 days after sowing of seeds primed.

Keywords: Cerrado, priming, longevity, Myrtaceae.

INTRODUÇÃO

A região do Cerrado ocupa 204 milhões de hectares, aproximadamente 25% do território nacional e apresenta grande diversidade de fauna e de flora (ÁVIDOS e FERREIRA, 2010). Sua área está localizada no planalto central onde se encontra o divisor de águas das três grandes bacias hidrográficas do Brasil: Amazônica, Paraná e do São Francisco, além de compreender uma área extensa nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão, Piauí e partes menores dos Estados de São Paulo, Bahia, Pará, Paraná, Sergipe, Roraima, Amapá e Rondônia (MANTOVANI e PEREIRA, 1998; MELCHIOR et al., 2006; CHAVES, 2010).

Devido a busca desenfreada por novas fronteiras agrícolas, as áreas de Cerrado vem sofrendo devastação e conseqüentemente risco de extinção de suas espécies vegetais nativas, sendo o estabelecimento de plantios comerciais uma alternativa para esse problema. Contudo, pouco se conhece a respeito das técnicas de cultivo e de produção de mudas dessas espécies, seja pelo fato delas ainda serem encontradas em estado selvagem ou pela grande variabilidade genética existente (BERNARDES et al., 2007).

A família Myrtaceae compreende diversas espécies frutíferas arbóreas e arbustivas, dentre elas as pertencentes ao gênero *Psidium*. O *Psidium guineense* Swartz. popularmente conhecido como araçá-comum, araçá-azedo ou araçá-do-campo, apresenta potencial para exploração econômica pela aceitação de seus frutos *in natura* e pelo elevado teor de vitamina C, quatro vezes maior que as frutas cítricas, além de apresentar alta capacidade de frutificação, resistência a doenças e pragas e ampla dispersão, o que indica adaptação a ambientes diversos. É um arbusto ou árvore pequena de 6 m de altura muito semelhante à goiabeira, com inflorescências cobertas com tricomas marrom-avermelhados durante o crescimento inicial, que variam para cinza-amarelados, seus frutos podem ser ovóides ou oblongos, amarelos e de polpa clara e mucilaginosa. A sua propagação é predominantemente por sementes, sendo que a propagação vegetativa não tem apresentado resultados satisfatórios (CISNEIROS et al., 2003; CALDEIRA et al., 2004; BEZERRA et al., 2010).

A germinação é um processo complexo e depende de fatores internos e externos às sementes dos quais a temperatura, luz, água e o oxigênio são os mais importantes, sendo escassos os estudos acerca das espécies nativas (SILVA et al., 2008). Em relação às espécies do Cerrado, as informações sobre germinação encontram-se dispersas e não são aprofundadas devido à ausência de padronização de procedimentos e às variações de comportamento e disponibilidade de sementes (SALOMÃO e SOUSA-SILVA, 2003).

De acordo com Fonseca et al., (2002), os programas de implantação, recomposição e revitalização de áreas nativas terão maior sucesso quando os fatores que alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas durante a fase de viveiro e no campo forem conhecidos e para isso é necessário que a qualidade fisiológica das sementes seja preservada até a sementeira, para a manutenção dos bancos de germoplasma, assim como para o processo de repovoamento de vegetação, o que indica a importância de estudos relacionados a tolerância à dessecação, o armazenamento e condicionamento osmótico de sementes pertencente a espécies nativas (KOHOMA et al., 2006).

Quando as espécies apresentam um desenvolvimento lento como a grande maioria das nativas, é necessário utilizar técnicas que acelerem o estabelecimento das plântulas. Algumas técnicas estão sendo desenvolvidas visando o aumento da velocidade e uniformidade da germinação e emergência das plântulas, dentre essas destaca-se o condicionamento osmótico que consiste na imersão das sementes em uma solução osmótica sob tempo e temperatura previamente determinados. Os efeitos do osmocondicionamento podem propiciar uma maior uniformidade e sincronização da germinação, elevado índice de emergência e desenvolvimento das plântulas, maior taxa de crescimento da parte aérea e maior rapidez no amadurecimento (MARCOS FILHO, 2005, BIRUEL et al., 2007).

Até o momento não foram encontrados na literatura estudos consistentes sobre o armazenamento das sementes e a propagação do araçazeiro. Portanto, objetivou-se com este trabalho estudar a tolerância à dessecação, a longevidade durante o armazenamento e o efeito do condicionamento osmótico em sementes de araçá.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de *Psidium guineense* Swartz (araçá) foram coletados diretamente de 8 matrizes localizadas no Sítio São Francisco de Assis, situado a 21° 52' 28,1" S e 54° 38' 51,9" W, na cidade de Rio Brilhante-MS, na primeira quinzena do mês setembro de 2009 e na primeira quinzena do mês de fevereiro de 2010. Após a coleta, os frutos foram beneficiados no Laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em Dourados-MS, por meio de maceração em peneira, sob água corrente até a despolpa. As sementes foram homogeneizadas compondo um único lote e em seguida foram posicionadas em camada única sobre bandejas plásticas para que o excesso de água fosse removido. Posteriormente, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, tolerância à dessecação, armazenamento e condicionamento osmótico.

Para a determinação do teor de água das sementes após o beneficiamento foi utilizado o método da estufa a $105\pm 2^\circ$ C durante 24 horas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 4 repetições com aproximadamente 20 sementes cada e os resultados foram expressos em porcentagem, baseando-se no peso das sementes úmidas. Para o teste de germinação, as sementes recém extraídas dos frutos foram lavadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 5 minutos e em seguida enxaguadas em água corrente. As sementes foram semeadas em caixas plásticas do tipo gerbox sobre duas folhas de papel Germitest previamente umedecidas com água destilada e mantidas sob temperatura de 25°C em B.O.D. com luz branca constante no Laboratório de Sementes da UFGD. Foram realizados três experimentos:

Experimento I – Tolerância à dessecação: Para avaliar a capacidade de tolerância à dessecação foi utilizado o protocolo baseado na redução do nível de hidratação das sementes a cada cinco pontos percentuais (HONG e ELLIS, 1996). Para obtenção dos tratamentos, as sementes recém beneficiadas foram divididas em sub-amostras e foram submetidas a secagem lenta em temperatura ambiente ($25\pm 1^\circ\text{C}/50\%$ UR) de acordo com os níveis de hidratação a serem obtidos (15, 10 e 5% de teor de água). As sementes permaneceram em camada única sob condições de

laboratório (temperatura $25\pm 1^\circ\text{C}/50\%$ UR) e foram realizadas pesagens sucessivas até que o peso encontrado coincidissem com o teor de água desejado por meio da expressão proposta por Cromarty et al., (1985):

$$Pd = \frac{Pi \times (100 - Ui)}{(100 - Ud)} \quad \text{onde:}$$

Pd: Peso desejado (g)

Pi: Peso inicial (g)

Ui: Umidade inicial (%)

Ud: Umidade desejada (%)

Ao alcançar o teor de água pré-estabelecido, as sementes foram retiradas das bandejas plásticas, lavadas com solução de hipoclorito de sódio a 1% para desinfestação, enxaguadas em água corrente e semeadas de acordo com a metodologia citada anteriormente.

Experimento II – Longevidade durante o armazenamento: As sementes de araquá com 10% e 5% de teor de água foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes com espessura de 0,25 mm e foram mantidas em cinco condições de armazenamento: câmara fria e seca ($16\pm 1^\circ\text{C}/40\%$ UR), ambiente de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}/50\%$ UR), geladeira ($5\pm 1^\circ\text{C}$), freezer ($-18\pm 1^\circ\text{C}$) e sementes que não foram submetidas ao armazenamento constituíram o controle. As sementes foram retiradas após 90 dias de armazenamento e foram realizados teste de umidade e de germinação conforme metodologia citada anteriormente.

Experimento III – Efeito do condicionamento osmótico: Para o estudo do efeito do condicionamento osmótico com Polietilenoglicol 6000 foram testados os seguintes tratamentos: 0,0 MPa, - 0,3 MPa, - 0,5 MPa, - 0,7 MPa e - 1,3 MPa e foi considerado como controle a solução de 0,0 MPa (água destilada). As soluções foram preparadas segundo Michel e Kaufmann (1973).

As sementes foram dispostas em uma única camada em placas de Petri com papel germitest umedecidas com 12 ml das soluções, durante dois tempos de embebição (5 e 10 dias). Após esse período, as sementes foram retiradas e lavadas em água corrente para remover o excesso de solução, secas superficialmente e em seguida foram realizados testes de umidade e de germinação conforme metodologia citada anteriormente.

Nos três experimentos a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio da determinação dos testes de germinação e vigor, descritos a seguir: **Germinação:** o número de sementes germinadas, ou seja aquelas que apresentavam protrusão da raiz primária com mais de 5 mm de comprimento, sendo os resultados expressos em porcentagem. **Comprimento de plântulas:** foram obtidos os comprimento de raiz primária, hipocótilo e comprimento total das plântulas com auxílio de régua milimetrada e os resultados expressos em centímetros. **Massa fresca:** obtida através das pesagens de plântulas em balança analítica e os resultados expressos em gramas. **Tempo médio de germinação:** realizado durante o teste de germinação, anotando-se o número de sementes germinadas em cada repetição. Para estimar o tempo médio de germinação (TMG) foi utilizada a equação de Edmond e Drapalla (1965) pela qual obteve-se o índice que representa a média do tempo necessário para a germinação expressos em dias.

$$TMG = \frac{G1.T1 + G2.T2 \dots Gn.Tn}{G1.G2 \dots Gn} \quad \text{onde:}$$

TMG: Tempo Médio de Germinação (dias)

G(1,2 e n): Número de sementes germinadas

T(1,2 em): Tempo (dias)

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. No experimento I foram 3 pontos percentuais de umidade e no experimento II e III o esquema fatorial foi 2 x 5, sendo dois teores de água e 5 condições de armazenamento no experimento II e dois tempos de embebição e cinco concentrações de PEG no experimento III, com 4 repetições de 25 sementes cada nos três experimentos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (para avaliar a tolerância à dessecação e o armazenamento) e análise de regressão (para avaliar o efeito do condicionamento osmótico) ambos a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tolerância à dessecação

As sementes recém beneficiadas apresentaram teor de água de 15% e a germinação das sementes teve início aproximadamente aos 30 dias após a semeadura. Esses valores são superiores aos observados para sementes de outras espécies do mesmo gênero, como por exemplo, para *Psidium araca* Raddi (araçá mirim) e *Psidium arboreum* Vell (araçá boi) que apresentaram teores de água de 10,98% e 12,73%, respectivamente (SILVA et al., 2008).

Pelos resultados da análise de variância observou-se diferença significativa para as características analisadas, exceto para o tempo médio de germinação das sementes de araçá (tabela 1).

TABELA 1. Germinação, massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo, comprimento total de plântulas e tempo médio de germinação em função do teor de água das sementes de *Psidium guineense* Swartz.

Teor de água nas sementes (%)	Variáveis					
	Germinação (%)	Massa fresca (g)	Comp. de raiz primária (cm)	Comp. de hipocótilo (cm)	Comp. total de plântulas (cm)	Tempo médio de germinação (dias)
5	45 b	0,0109 b	1,1075 b	2,3500 a	3,4575 b	52,95 a
10	40 b	0,0099 b	1,5050 b	2,2750 a	3,7800 b	51,82 a
15	87 a	0,0390 a	3,6300 a	1,5100 b	5,1400 a	47,79 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As sementes com teores de água de 15% apresentaram resultados superiores de germinação, massa fresca, comprimento de radícula e comprimento total de plântulas em relação as sementes com teores de água de 5% e 10%, que não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Entretanto, em sementes com teor de água de 15% foi observado o menor comprimento de hipocótilo, sendo que as

sementes com teores de 10% e 5% foram superiores e iguais estatisticamente entre si. (tabela 1).

Embora com a redução do teor de água das sementes de araquá para 10% e 5% houvesse uma redução na germinação, massa fresca, comprimento de raiz primária e comprimento total de plântulas, a secagem não provocou a perda total da capacidade de germinação e de formação de plântulas. Esses resultados sugerem que as sementes de araquá sejam tolerantes à dessecação.

As sementes ortodoxas se mantêm viáveis até um teor de água em torno de 5% e a tolerância é adquirida progressivamente durante o seu desenvolvimento antes de sofrerem uma queda severa em seu conteúdo de água (ROBERTS, 1973; BRANDÃO JÚNIOR et al., 2002). Já as sementes recalcitrantes, são sensíveis à dessecação mantendo normalmente teores de água de 30% a 70% e, dependendo da espécie, o teor mínimo tolerado varia de 20 a 30% (MARCOS FILHO, 2005).

Em revisão realizada por Carvalho et al., (2006), os autores observaram que as sementes ortodoxas apresentam seu desenvolvimento dividido em três fases: histo-diferenciação, maturação e secagem. Essas sementes adquirem tolerância à dessecação durante a fase de maturação e essa tolerância é mantida após a dispersão, podendo essas sementes atingir teores de água em torno de 15% a 20% e a secagem até o teor de água de 5% pode levar ao estado de quiescência, causando a redução do metabolismo a níveis mínimos, o que permite que as sementes permaneçam vivas, mesmo sob condições adversas. Após a hidratação, essas sementes podem retomar o metabolismo direcionado para o processo de germinação.

Guimarães et al., (2002), relataram em sua revisão que a tolerância à dessecação em sementes pode ser mediada por sistemas protetores que previnem danos letais em diferentes componentes celulares como membranas, proteínas e citoplasma. Três importantes sistemas têm sido caracterizados; a acumulação de açúcares não reduzidos, a habilidade para prevenir, tolerar ou reparar ataque de radicais livres e proteínas LEA (Late embryogenesis abundant proteins). Quanto a acumulação de açúcares não reduzidos que estabilizam as membranas e proteínas em condições de sementes secas, existem evidências de açúcares solúveis que atuam como substitutos da água podem desenvolver um importante papel na tolerância à dessecação, pois protegem as membranas de mudanças de fase lipídica induzida por dessecação.

Armazenamento

Sementes de *Psidium guineense* Swartz (araçá) com teores de água de 5 e 10% após o armazenamento por 90 dias apresentaram um pequeno acréscimo nos teores de água, exceto as sementes com teor de água inicial de 10% que permaneceram sob condição de geladeira e freezer, que apresentaram redução do teor de água (tabela 2).

Leonhardt et al., (2010), observaram resultados diferentes em sementes de *Myrcia palustris* DC (guamirim) e *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand (guamirim araçá), que não apresentaram diferença significativa no teor de água durante 150 dias de armazenamento em câmara fria à temperatura de $5^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ e 80% de umidade relativa do ar.

TABELA 2. Teores de água de sementes de araçá após 90 dias de armazenamento.

Local de armazenamento	Teor de água inicial nas sementes	
	5%	10%
Laboratório	7,92%	11,43%
Câmara fria e seca	9,47%	10,82%
Geladeira	4,99%	5,77%
Freezer	9,49%	9,55%

Sementes de araçá (*P. guineense*) quando armazenadas em freezer (temperatura -20°C e 90% UR) em embalagens de papel kraft apresentaram teores de água em torno de 11,74%, o que indicou que as embalagens permitiram a troca de umidade com meio, devido as sementes serem higroscópicas, existindo uma tendência para que sofram alterações em seus teor de água durante o período de armazenamento em ambiente úmido (CISNEIROS et al., 2003).

Foi observado efeito significativo das condições de armazenamento na germinação, massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e comprimento total de plântulas de araçá (figuras 1A, 1B, 1C, 1D e 2).

Sementes armazenadas apresentaram aumento na germinação em relação ao controle, sendo observado 70% de germinação em sementes armazenadas em laboratório, independente do teor de água (figura 1A).

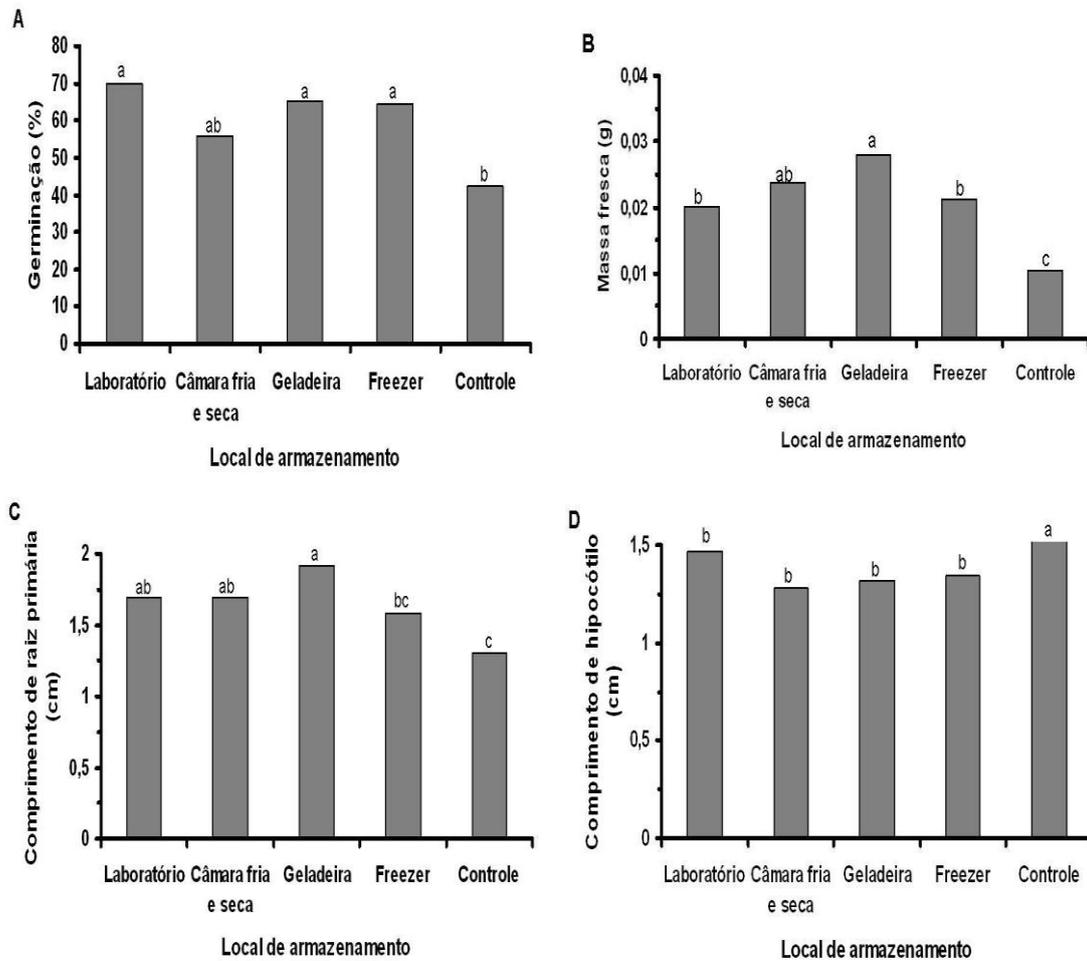


FIGURA 1. A. Germinação (%); B. Massa fresca (g); C. Comprimento de raiz primária (cm); D. Comprimento de hipocótilo (cm) em função do local de armazenamento em sementes de *Psidium guineense* Swartz.

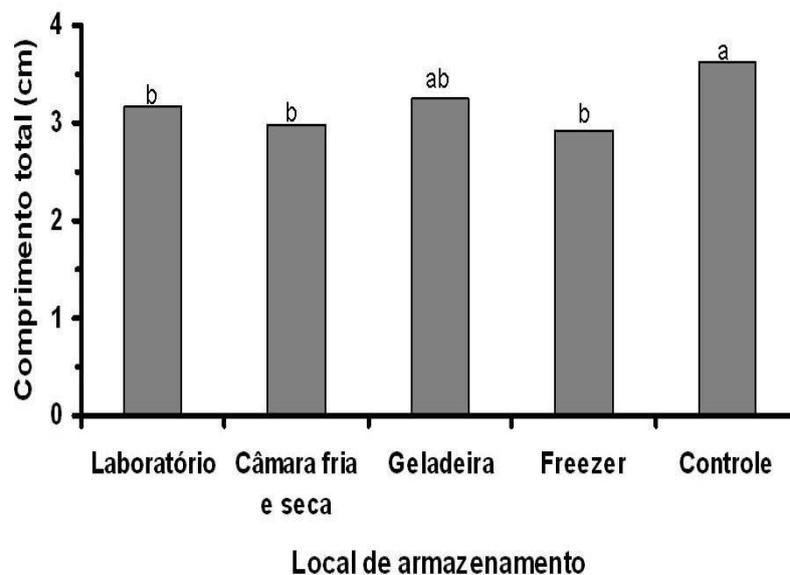


FIGURA 2. Comprimento total de plântulas (cm) em função do local de armazenamento em sementes de *Psidium guineense* Swartz.

Entretanto, em estudos sobre a qualidade fisiológica de sementes de araçazeiro (*Psidium guineense*) durante o armazenamento, foi verificado que a germinação inicial foi de 60% e ao longo do armazenamento o poder germinativo das sementes em ambiente normal de laboratório decresceu gradativamente alcançando valores de 47% aos 180 dias. Os resultados sugeriram que o ambiente normal de laboratório ($26,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR de 69,9 a 74,8%) seria o mais adequado para o armazenamento de sementes de araçá (CISNEIROS et al., 2003).

Em sementes de *Myrcia palustris* DC (guamirim) e *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand (guamirim araçá) verificou-se que os percentuais de germinação e emergência foram elevados logo após a colheita, e o armazenamento em câmara fria ($5^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ e 80% UR) preservou a qualidade inicial das sementes durante quatro meses e estendeu a longevidade por, pelo menos, seis meses (LEONHARDT et al., 2010).

O efeito do armazenamento provocou aumento de massa fresca e de raiz primária, sendo observado melhores resultados em sementes que foram armazenadas em geladeira (figuras 1B e 1C). Entretanto, o armazenamento provocou a redução de crescimento do hipocótilo e comprimento total de plântulas em relação ao tratamento controle (figuras 1D e 2).

Houve efeito significativo do teor de água inicial das sementes em relação à massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e comprimento total de plântulas. Em sementes armazenadas com teores de água de 5% houve um acréscimo de massa fresca e comprimento de hipocótilo e foi observado efeito contrário para o comprimento de raiz primária e comprimento total de plântulas, sendo observado maiores médias em sementes armazenadas com teores de água de 10% (tabela 3).

Em outros estudos, o armazenamento de sementes de araçazeiro (*P. guineense*), em laboratório e freezer, provocou a redução acentuada do poder germinativo para 23% após 60 dias, havendo pequena redução a partir desse período. Foi observado também uma mesma tendência em relação a primeira contagem de germinação e ao índice de velocidade de germinação, sugerindo que as sementes de araçazeiro apresentaram perdas na germinação e vigor ao longo do armazenamento, tendo um decréscimo mais acentuado no freezer (CISNEIROS et al., 2003).

TABELA 3. Massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e comprimento total, em função do teor de água de sementes de *Psidium guineense* Swartz. submetidas ao armazenamento por 90 dias.

Teor de água das sementes (%)	Variáveis			
	Massa fresca (g)	Comprimento de raiz primária (cm)	Comprimento de hipocótilo (cm)	Comprimento total (cm)
5	0,0109 a	1,1075 b	2,35 a	3,46 b
10	0,0099 b	1,5050 a	2,28 b	3,78 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente à 5% de probabilidade pelo teste F.

Houve interação significativa entre o local de armazenamento e os teores de água das sementes para o tempo médio de germinação. O menor tempo necessário para as sementes germinarem foi observado em sementes que não foram submetidas ao armazenamento (controle), que não diferiram estatisticamente das sementes armazenadas em geladeira. O maior tempo para a germinação foi verificado em sementes com 5% de teor de água armazenadas em câmara fria e seca (tabela 4).

Os resultados são semelhantes aos observados em sementes de guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand) que apresentaram aumento no tempo médio de germinação e perda do vigor ao longo do armazenamento em câmara fria (5±1 °C e 80% UR), fato este observado a partir do terceiro mês (FIOR et al., 2010).

TABELA 4. Tempo médio de germinação em função do local de armazenamento e do teor de água de sementes de *Psidium guineense* Swartz.

Variável	Teor de água das sementes (%)	Local de armazenamento				
		Laboratório	Câmara fria e seca	Geladeira	Freezer	Controle
Tempo médio de germinação (dias)	5	74,65 abB	82,53 aA	64,55 bcB	67,35 bB	52,95 cA
	10	76,65 aA	77,66 aB	76,69 aA	78,81 aA	51,83 bB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelos testes de Tukey e F, respectivamente.

Diferente dos resultados encontrados nesse estudo, Cisneiros et al., (2003) observaram que sementes de araçazeiro (*Psidium guineense*) apresentaram uma germinação mais rápida quando armazenadas em ambiente normal de laboratório do que sementes armazenadas em freezer. Esse fato deve ter ocorrido provavelmente porque no armazenamento em ambiente normal de laboratório, o processo de deterioração das sementes ocorreu de forma lenta e gradual, o que não ocasionou queda brusca na velocidade de germinação das sementes.

Portanto, o presente estudo sugere que as sementes de araçá podem ser consideradas ortodoxas em relação ao comportamento durante o armazenamento comprovando os resultados obtidos por Cisneiros et al., (2003) que concluíram que as sementes de araçazeiro (*Psidium guineense* Swartz), podem ser conservadas em temperaturas subzero. O armazenamento de sementes ortodoxas é favorecido pelo decréscimo de temperatura ambiente e teor de água nas sementes (ROBERTS 1973; BRANDÃO JÚNIOR et al., 2002).

Condicionamento osmótico

A germinação das sementes osmocondicionadas iniciou-se aos 15 dias após a semeadura independente do tratamento utilizado. Houve efeito significativo entre os tempos de embebição para a germinação, comprimento de raiz primária, comprimento total e tempo médio de germinação, havendo também efeito significativo entre os tratamentos para as características estudadas exceto para a germinação.

Observou-se maior germinação, comprimento de raiz primária e comprimento total das plântulas em sementes que permaneceram embebidas por 10 dias, independente das concentrações de PEG 6000 utilizadas no condicionamento osmótico (tabela 5).

TABELA 5. Germinação, comprimento de raiz primária e comprimento total de plântulas em função do tempo de embebição em sementes de *Psidium guineense* Swartz osmocondicionadas.

Tempo de embebição	Variáveis		
	Germinação (%)	Comprimento de raiz primária (cm)	Comprimento total (cm)
5	87,40 b	2,32 b	3,80 b
10	91,80 a	2,82 a	4,22 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente à 5% de probabilidade pelo teste F.

As sementes que não foram osmocondicionadas apresentaram os maiores resultados de comprimento de raiz primária e comprimento total de plântulas, que foram inferiores em sementes osmocondicionadas nos potenciais osmóticos de -0,3, -0,5, -0,7 e -1,3 MPa (figuras 3 e 4).

Embora houvesse diminuição das características de crescimento das plântulas de araçá, observou-se redução do tempo médio de germinação das sementes osmocondicionadas, que ficou entre 23 e 24 dias para as sementes submetidas ao condicionamento, e as sementes não condicionadas iniciaram a germinação somente aos 30 dias após a sementeira, apresentando aproximadamente um tempo médio de 47 dias para a germinação (figura 5).

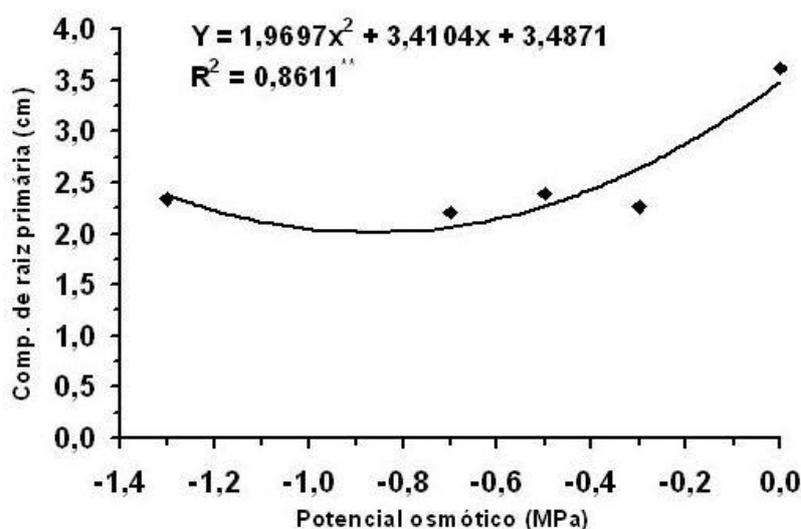


FIGURA 3. Comprimento de raiz primária (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de *Psidium guineense* Swartz.

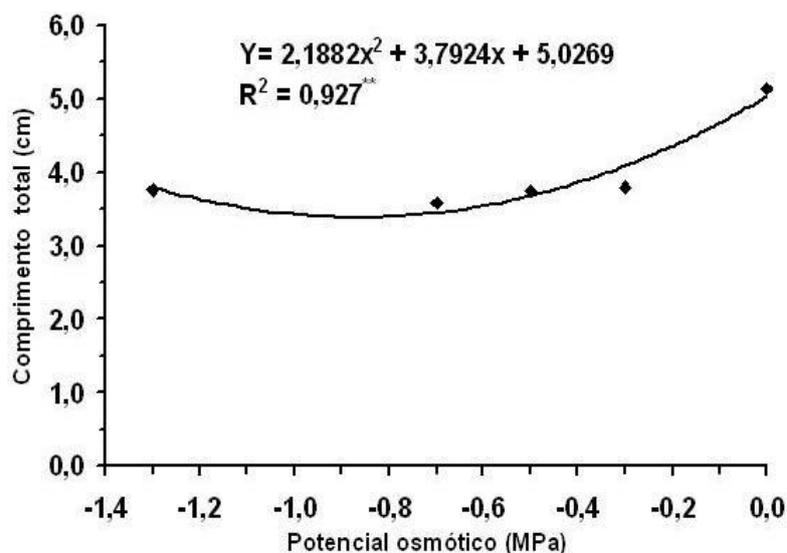


FIGURA 4. Comprimento total de plântulas (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de *Psidium guineense* Swartz.

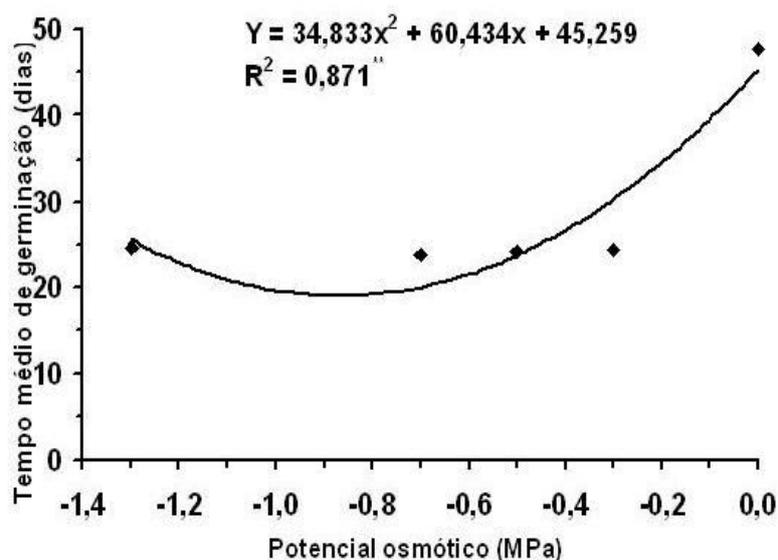


FIGURA 5. Tempo médio de germinação (dias) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de *Psidium guineense* Swartz.

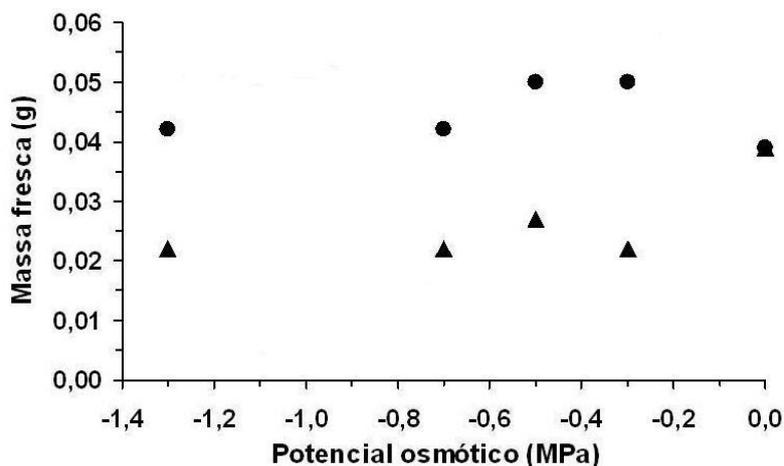
Em estudos com sementes de *Triplaris americana* L. (pau-formiga) observou-se que o condicionamento osmótico não influenciou o percentual de germinação, mas o condicionamento em água e em solução de polietilenoglicol com ácido giberélico aumentou a velocidade de germinação das sementes (MENDONÇA et al., 2005).

Em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng.) ao avaliar a influência da luz na germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico verificou-se que, de maneira geral, as pequenas reduções no potencial hídrico das soluções de manitol ou PEG ocasionaram de início uma aumento no tempo médio de germinação sem a redução significativa na porcentagem acumulada e com a simulação do estresse com manitol as porcentagens de germinação reduziram significativamente a partir de -0,4 MPa sob luz e a partir de -0,6 MPa sob escuro. A utilização de PEG 6000 também reduziu significativamente a porcentagem de germinação a partir de -0,6 MPa, para sementes mantidas na luz e no potencial de -0,8 MPa para sementes mantidas no escuro (PEREZ et al., 2001).

De acordo com Biruel et al., (2007), a análise conjunta do desempenho da porcentagem e da velocidade de germinação com as diversas formas de condicionamento sob uma mesma temperatura demonstra que o condicionamento não influenciou as mesmas exceto quando foi utilizado solução de manitol mais concentrada para as sementes de *Pterogine nitens* Tul. (amendoim-do-campo) pré embebidas, o que indica que o comportamento da espécie estudada pode ser atribuído as características inerentes à própria espécie, fato esse que a coloca como insensível ao pré-condicionamento, sendo que a maioria das espécies estudadas responderam positivamente ao condicionamento osmótico.

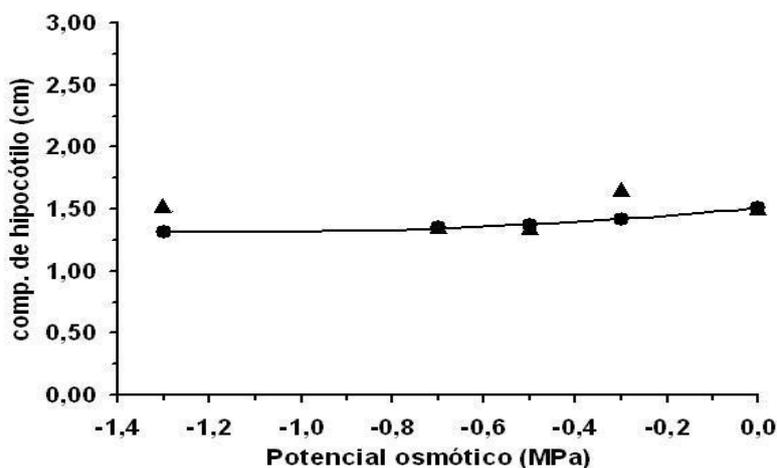
Houve interação significativa entre os tempos de embebição e as concentrações de PEG utilizadas, para a massa fresca e o comprimento de hipocótilo de plântulas de araquá (figuras 6 e 7), embora, não tenha sido verificado ajuste da curva de regressão para massa fresca. Para o comprimento de hipocótilo houve ajuste de curva de regressão somente para o tempo de embebição de 10 dias (figura 7).

Embora, não tenha havido ajuste de curva para os tempos de embebição, verificou-se que sementes osmocondicionadas mantiveram menor massa fresca quando embebidas por 5 dias (figura 6).



● : 10 dias de embebição ▲ : 05 dias de embebição

FIGURA 6. Massa fresca (g) em função do potencial osmótico (MPa) e tempo de embebição (dias) em sementes de *Psidium guineense* Swartz.



● : 10 dias de embebição => $Y = 0,1439 x^2 + 0,3364x + 1,5059$ $R^2 = 0,9923^{**}$

▲ : 05 dias de embebição => $R^2 = 0,2544^{ns}$

FIGURA 7. Comprimento de hipocótilo (cm) em função do potencial osmótico (MPa) e tempo de embebição (dias) em sementes de *Psidium guineense* Swartz.

Em estudos com sementes de três espécies de *Stryphnodendron* Mart observou-se que não houve interação entre os fatores tratamento de osmocondicionamento e tempo de condicionamento para sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. condicionadas no potencial de -0,5 MPa. Para essas espécies, o condicionamento elevou a porcentagem e a velocidade de germinação, sendo observado uma tendência de incremento da germinação e do vigor das sementes (KISSMAN et al., 2010).

Estudos indicaram que o condicionamento de sementes é uma técnica que, além de aumentar a taxa de germinação reduz também o tempo médio de germinação. A pré-embebição das sementes é suficiente para ativar o metabolismo, porém insuficiente para permitir a protrusão da raiz primária (HEYDECKER e GIBBINS, 1978; BRADFORD, 1986), sendo que a ativação do metabolismo permite a recuperação de danos em membranas até ao nível do DNA (CASTRO et al., 2004).

Em vários estudos são citados diversos trabalhos que relatam os benefícios na velocidade e uniformidade de sementes de diversas hortícolas submetidas a osmocondicionamento com polietilenoglicol 6000 (SUNE et al., 2002) e em espécies florestais, como *Miconia condellana* Trian. (quaresminha) (Borges et al., 1994), *Cedrela fissilis* Vell (cedro-rosa) (Carpi et al., 1996) e *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. (babosa) (Sune et al., 2002).

No presente trabalho o condicionamento osmótico com as soluções testadas não proporcionou aumentos significativos na germinação das sementes de araçá, no entanto, a técnica do osmocondicionamento foi eficiente para reduzir o tempo médio de germinação das sementes em aproximadamente 50% e constitui uma tecnologia promissora para otimizar a propagação da espécie.

CONCLUSÕES

Sementes de araçá apresentam comportamento ortodoxo em relação à tolerância à dessecação e ao armazenamento, devido a manutenção da capacidade de germinação ao atingir teor de água de 5%.

Sementes de araçá podem ser armazenadas em ambiente de laboratório e geladeira, os quais proporcionam aumento da germinação.

O condicionamento osmótico não aumenta a porcentagem de germinação e o crescimento das plântulas de araçá, porém reduz pela metade o tempo médio de germinação e constitui-se em uma técnica eficiente para propagação do araçazeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. **Frutos dos Cerrados – Preservação gera muitos frutos**. Disponível em: <<http://www.biotechnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 10 de agosto 2010.

BERNARDES, T. G.; ESTRELA, C. T.; NAVES, R. V.; REZENDE, C. F. A.; MESQUITA, M. A. M.; PIRES, L. L. Efeito do armazenamento e de fitohormônios na qualidade fisiológica de sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n. 3, p.163-168, Goiânia-GO, 2007.

BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F.; PROENÇA, C. E. B. **Araçá**. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA, D. B.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil. Embrapa Informação Tecnológica, 1 edição, p.47-67, Brasília-DF, 2010.

BIRUEL, R. P.; BORBA FILHO, A. B.; ARAÚJO, E. C. E.; FRACARO, F. O.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do condicionamento seguido ou não de secagem em sementes de *Pterogyne nitens* TUL. sob estresse. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 119-128, Santa Maria-RS, 2007.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.

BRANDÃO JUNIOR, D. S.; VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M.; HILHORST, H. W.M. Tolerância à dessecação de sementes de Cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 17-23, Pelotas-RS, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análises de sementes**. 365 p., SNDA/DNDV/CLAV, Brasília-DF, 2009.

CALDEIRA, S. D.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do Estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de alimentos**, v.22, n1, p.145-154, Curitiba-PR, 2004.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. **Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água**. In: Germinação: do básico ao aplicado (A.G. Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artmed, p.51-67, Porto Alegre-RS, 2004.

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

CHAVES, L. J. **Domesticação e Uso de Espécies Frutíferas do Cerrado**. Disponível em: <<http://www.sbmp.org.br.htm>>. Acesso em: 15 de agosto de 2010.

CISNEIROS, R. A.; MATOS, V. P.; LEMOS, M. A.; REIS, O. V.; QUEIROZ, R. M. Qualidade fisiológica de sementes de araçazeiro durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 513-518, DEAg/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>., Campina Grande-PB, 2003.

CROMARTY, A. S.; ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. **Desing of seed storage facilities for genetic conservartion**. Rome: IPGRI, 100 p., 1985.

EDMOND, J. B.; DRAPALLA, W. J. The effects of temperature, sand an soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticulture Science**. v. 71. p. 428-434, 1965.

FIOR, C. S.; RODRIGUES, L. R.; CALIL, A. C.; LEONHARDT, C.; SOUZA, L. S.; SILVA, V. S. Qualidade fisiológica de sementes de guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand – Myrtaceae) em armazenamento. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p.435-442, Viçosa-MG, 2010.

FONSECA, E. P.; VALERI, S. V.; MIGLIORANÇA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, Viçosa-MG, 2002.

GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; FRAGA, A.C.; VON PINHO, E.V.R.; FERRAZ, V.P. Tlerância à dessecação em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e agrotecnologia**, v.26, n.1, p.128-139, Lavras-MG, 2002.

HEYDECKER, W.; GIBBINS, B.M. The Priming of Seeds. **Acta Horticulturae**, p. 231-223, 1978.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behavior**. In: ENGELS, J.M.M; TOLL, J. Rome: IPGRI (IPGRI Technical Bulletin n.1), 62 p., Department of Agriculture the University of Reading, UK, 1996.

KISSMAN, C.; SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. S.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.26-35, Londrina-PR, 2010.

KOHOMA, S.; MALUF, A. M.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J.; Secagem e Armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.72-78, Pelotas-RS, 2006.

LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; FIOR, C. S. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC. – Myrtaceae armazenadas em câmara fria. **IHERINGIA** – Série Botânica, v.65, n.1, p.25-33, Porto Alegre-RS, 2010.

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

MANTOVANI, J. E.; PEREIRA, A. **Estimativas da Integridade da Cobertura Vegetal de Cerrado através de dados TM/Landsat**. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos-SP, 1998.

MELCHIOR, S. J.; CUSTÓDIO, C. C.; MARQUES, T. A.; MACHADO NETO, N. B. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.141-150, Pelotas-RS, 2006.

MENDONÇA, A. V. R.; COELHO, E. A.; SOUZA, N. A.; BALBINOT, E.; SILVA, R. F.; BARROSO, D. G. Efeito da hidratação e do condicionamento osmótico em sementes de Pau-formiga. **Revista Brasileira de sementes**, vol. 27, n.2, p.111-116, Pelotas-RS, 2005.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. **The osmotic potential of polyethylene glycol 6000**. Plant Physiology, Bethesda. v.51, p.914-916. 1973

PEREZ, S. C. J. G.A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, v.60, n.3, p.155–166, Campinas-SP, 2001.

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

SALOMÃO, A.N.; SOUSA-SILVA, J. C. **Germinação, análise e armazenamento de sementes**. In: SALOMÃO, A. N.; SOUSA-SILVA, J. C.; DAVIDE, A. C.; GONZÁLES, S.; TORRES, R. A. A.; WETZEL, M. M. V. S.; FIRETTI, F.; CALDAS, L. S. (Ed). Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado. Rede de Sementes do Cerrado, p.3-10, Brasília-DF, 2003.

SILVA, E. E.; BRUNO, R. L. A.; FELIX, L. P.; SOUZA, M. A.; SOUSA, D. M. M.; DORNELAS, C. S. M. Estudo da qualidade das sementes das espécies frutíferas nativas do gênero *Psidium*: Germinação sob diferentes temperaturas e substratos. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, **Anais do XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, CD-ROM, Vitória –ES, 2008.

SUNE, A.D.; FRANKE, L.B.; SAMPAIO, T. G. Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.18-23, Pelotas-RS, 2002.

CAPÍTULO III

SECAGEM, ARMAZENAMENTO E CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES DE *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC (MARMELO)

SECAGEM, ARMAZENAMENTO E CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES DE *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC (MARMELO)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da secagem, a longevidade durante o armazenamento e o efeito do condicionamento osmótico de sementes de marmelo (*Alibertia edulis* Rich.). Para a realização dos experimentos, os frutos foram coletados em matrizes na cidade de Dourados-MS e beneficiados por meio de maceração em peneira até a retirada total da polpa. Para avaliar a capacidade de tolerância à dessecação das sementes, foi utilizado o protocolo baseado na redução do nível de hidratação das sementes a cada cinco pontos percentuais obtendo-se sementes com teores de água de 15, 10 e 5%. Para estudar a longevidade durante o armazenamento, foram utilizadas sementes com teores de água de 5 e 10% nas condições de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}/50\%$ UR), câmara fria e seca ($16\pm 1^\circ\text{C}/40\%$ UR), geladeira ($5\pm 1^\circ\text{C}$) e freezer ($-18\pm 1^\circ\text{C}$) durante 30 dias, sendo que as sementes não submetidas ao armazenamento constituíram o tratamento controle. Para o estudo do efeito do condicionamento osmótico, as sementes permaneceram embebidas durante 5 e 10 dias em soluções de polietilenoglicol 6000 nas seguintes concentrações: 0,0 MPa, -0,3 MPa, -0,5 MPa, -0,7 MPa e -1,3 MPa. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições de 25 sementes cada. Sementes de marmelo apresentam comportamento ortodoxo e não perdem a capacidade de germinação ao atingir o teor de água de 5%, mesmo após 30 dias de armazenamento. O ambiente de freezer não é recomendado para a conservação das sementes dessa espécie. Sementes de marmelo não necessitam de condicionamento osmótico para atingir elevados índices de germinação.

Palavras-chaves: Cerrado, polietilenoglicol 6000, secagem, Rubiaceae.

**DRYING, STORAGE AND OSMOTIC CONDITIONING OF *Alibertia edulis*
(Rich) A. Rich. ex DC (QUINCE) SEEDS**

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of drying, longevity during storage and the effect of priming seeds of quince (*Alibertia edulis* Rich.). For the experiments, fruits were collected at headquarters in the city of Dourados-MS and processed by grinding in a sieve until the full withdrawal of the pulp. Evaluate the ability of desiccation tolerance of seeds, we used the protocol based on reducing the level of hydration of seeds every five percentage points yielding seeds with moisture contents of 15, 10 and 5%. To study the longevity during storage, we used seeds with water contents of 5 and 10% in laboratory conditions (25 ± 1 ° C/50% RH), cold and dry (16 ± 1 ° C/40% relative humidity), refrigerator (5 ± 1 ° C) and freezer (-18 ± 1 ° C) for 30 days, and seeds are not subjected to storage treatment constituted the control. To study the effect of priming, the seeds remained soaked for 5 and 10 days in polyethylene glycol 6000 in the following concentrations: 0.0 MPa, -0.3 MPa, -0.5 MPa, -0.7 MPa and -1.3 MPa. The experiment was a completely randomized design with four replications of 25 seeds each. Quince seeds exhibit orthodox behavior and not lose the ability to germinate upon reaching the water content of 5% even after 30 days of storage. The environment of a freezer is not recommended for the preservation of seeds. Quince seeds do not require priming to achieve high germination rates.

Keywords: Cerrado, polyethylene glycol 6000, drying, Rubiaceae.

INTRODUÇÃO

Na região da grande Dourados, localizada ao sul do estado de Mato Grosso do Sul, encontram-se muitas espécies frutíferas nativas do Cerrado, que são propagadas por sementes, e nos últimos anos, observou-se um aumento do interesse por informações sobre metodologias para superação de dormência e de tecnologias que maximizem o processo de produção de mudas dessas espécies. Entretanto, esse é ainda um tema ainda carente de informações, tornando-se necessário um estudo mais aprofundado para otimizar o processo.

A região de Cerrado no Estado de Mato Grosso do Sul apresenta uma grande importância para a economia da região. De acordo com alguns estudos este bioma vem sendo devastado, apresentando somente 18% de vegetação em relação ao total da área, o que torna a utilização racional das espécies nativas uma alternativa para a produção sustentada (CARNEIRO et al., 2006).

Algumas espécies nativas do Cerrado merecem atenção especial devido seu uso na medicina popular e dentre elas, *Alibertia edulis* (marmelo) e *A. sessilis* (marmelada-preta) pertencentes a família Rubiaceae são amplamente utilizadas pela medicina tradicional (NETO e MORAIS, 2003).

Alibertia edulis (Rich) A. Rich. ex DC, também conhecida como marmelada-bola, marmelada, marmeladinha, marmelada-nativa, marmelada-do-campo ou marmelada-de-bezerra, é uma árvore de 3 a 4 metros de altura, copa de 2 a 3 m de diâmetro, com frutos de formato globoso de tamanho aproximado de 2 a 4 cm de comprimento por 2 a 4 cm de diâmetro, coloração negra quando maduro, polpa comestível também de coloração negra envolvendo de 10 a 30 sementes e é consumido *in natura* ou como geléia ou doces (SILVA et al., 2001).

Estudos sobre a secagem e o comportamento das sementes durante o armazenamento podem ampliar o conhecimento e contribuir com a propagação das espécies frutíferas nativas do Cerrado.

De acordo com Nascimento et al., (2007), para as espécies nativas é importante o conhecimento do menor teor de água que as sementes suportam depois da coleta, sem causar comprometimento na qualidade fisiológica, e para as espécies

tropicais nativas esse conhecimento é imprescindível para definição de uma melhor tecnologia de armazenamento de sementes.

Portanto, para se definir o melhor período de armazenamento são necessários alguns cuidados em relação ao teor de água das sementes, sendo assim, as sementes são classificadas em recalcitrantes e ortodoxas conforme sua tolerância a secagem e ao armazenamento. Sementes recalcitrantes são frequentemente grandes, com taxas metabólicas e respiração mais elevadas, não suportam a dessecação devendo ser armazenadas com um teor de água relativamente alto para manutenção da viabilidade e vigor. Sementes ortodoxas são relativamente pequenas, com taxas metabólicas e respiração mais baixa podendo ser armazenadas com baixos teores de água e sob baixas temperaturas por longo período de tempo (ROBERTS, 1973; BEWLEY e BLACK, 1985; PINTO et al., 2004).

Além destes grupos há um terceiro, no qual as sementes apresentam um comportamento de armazenamento intermediário ao ortodoxo e ao recalcitrante, tolerando níveis entre 10-12% de teor de água e perdem a viabilidade durante o armazenamento sob temperaturas de congelamento (ELLIS et al., 1990).

O conhecimento sobre tecnologias que permitam maximizar o uso de tais espécies, como condicionamento osmótico, são escassos na literatura, ainda nos dias de hoje, entretanto são de fundamental importância para o desenvolvimento de uma exploração sustentada na região. A técnica do condicionamento osmótico é utilizada para uniformizar e acelerar a germinação e consiste na imersão das sementes em solução osmótica por tempo e temperatura previamente determinados. O osmocondicionamento propicia uma maior uniformidade da germinação, eleva o índice de emergência e o desenvolvimento das plântulas, e mesmo em solos com baixos teores de água aumenta a taxa de crescimento da parte aérea (SUNE et al., 2002; MARCOS FILHO, 2005). Portanto, estudos que permitam a maximização do uso de espécies nativas são importantes, sendo que já foram relatados em vários estudos, alguns benefícios da utilização do osmocondicionamento em espécies florestais.

Dessa forma, estudos relacionados à tolerância à dessecação, o comportamento durante o armazenamento e o efeito do condicionamento osmótico são importantes e podem contribuir para propagação de sementes de espécies nativas que são utilizadas na economia local do Cerrado. Portanto, objetivou-se com esse estudo avaliar a secagem, o comportamento durante o armazenamento e o efeito do

condicionamento osmótico em sementes de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC (marmelo).

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC (marmelo) foram coletados diretamente de 8 matrizes localizadas na fazenda Santa Madalena na cidade de Dourados – MS, situada a 22° 13' 18,54" S e 54° 48' 23,09" W, na segunda quinzena do mês de novembro de 2009. Após a coleta, os frutos foram levados ao Laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas da faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em Dourados-MS e beneficiados, por meio de maceração em peneira, sob água corrente até a despolpa. As sementes foram homogeneizadas compondo um único lote e em seguida foram posicionadas em camada única sobre bandejas plásticas até que o excesso de água fosse eliminado.

Após o beneficiamento das sementes foi determinado o teor de água das sementes pelo método da estufa a $105 \pm 2^\circ$ C, durante 24 horas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 4 repetições com aproximadamente 20 sementes cada e os resultados foram expressos em percentagem, baseando-se no peso das sementes úmidas.

Para o teste de germinação as sementes foram lavadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 5 minutos e em seguida enxaguadas em água corrente. As sementes foram semeadas em caixas plásticas do tipo gerbox, sobre duas folhas de papel germitest previamente umedecidas com água destilada e mantidas sob temperatura de 25°C em B.O.D. com luz branca constante, no Laboratório de Sementes da UFGD. Foram realizados três experimentos.

Experimento I – Tolerância à dessecação: Para avaliar a capacidade de tolerância à dessecação das sementes de marmelo, foi utilizado o protocolo baseado na redução do nível de hidratação das sementes a cada cinco pontos percentuais (HONG e ELLIS, 1996). Para obtenção dos tratamentos, as sementes recém beneficiadas foram divididas em sub-amostras e foram submetidas a secagem lenta sob temperatura ambiente ($25 \pm 1^\circ$ C/50% UR) de acordo com os níveis de hidratação a serem obtidos (15, 10 e 5% de teor de água). As sementes permaneceram em camada única sob condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C/50% UR) e foram realizadas pesagens

sucessivas até que o peso encontrado coincidissem com o teor de água desejado por meio da expressão proposta por Cromarty et al., (1985):

$$Pd = \frac{Pi \times (100 - Ui)}{(100 - Ud)} \quad \text{onde:}$$

Pd: Peso desejado (g)

Pi: Peso inicial (g)

Ui: Umidade inicial (%)

Ud: Umidade desejada (%)

Ao alcançar o grau de umidade pré-estabelecido, as sementes foram retiradas das bandejas plásticas, lavadas com solução de hipoclorito de sódio a 1% para desinfestação, enxaguadas em água corrente e semeadas de acordo com a metodologia citada anteriormente.

Experimento II – Longevidade durante o armazenamento: As sementes de marmelo com 10% e 5% de teor de água foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes com espessura de 0,25 mm e foram mantidas em cinco condições de armazenamento: câmara fria e seca ($16 \pm 1^\circ\text{C}/40\%$ UR), ambiente de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}/50\%$ UR), geladeira ($5 \pm 1^\circ\text{C}$), freezer ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$). As sementes que não foram submetidas ao armazenamento constituíram o controle. Após 30 dias de armazenamento, foram realizados teste de umidade e de germinação conforme metodologia citada anteriormente.

Experimento III – Efeito do condicionamento osmótico: Para o estudo do efeito do condicionamento osmótico com Polietilenoglicol 6000 foram testados os seguintes tratamentos: 0,0 MPa, - 0,3 MPa, - 0,5 MPa, - 0,7 MPa e - 1,3 MPa, e foi considerado como controle a solução de 0,0 MPa (água destilada). As soluções foram preparadas segundo Michel e Kaufmann (1973).

As sementes foram dispostas em uma única camada em placas de Petri forradas com papel germitest umedecidas com 12 ml das soluções, durante dois tempos de embebição (5 e 10 dias). Em seguida, as sementes foram retiradas e lavadas em água corrente para remover o excesso de solução, secas superficialmente e em seguida foram realizados testes de umidade e de germinação.

A qualidade fisiológica das sementes nos três experimentos foi avaliada por meio da determinação dos testes de germinação e vigor, descritos a seguir:
Germinação: o número de sementes germinadas, ou seja, aquelas que apresentavam

protrusão da raiz primária com mais de 5 mm de comprimento, sendo os resultados expressos em porcentagem. **Comprimento de plântulas:** foram obtidos os comprimentos de raiz primária, hipocótilo e comprimento total das plântulas com auxílio de régua milimetrada e os resultados foram expressos em centímetros. **Massa fresca:** obtida por meio de pesagens de plântulas em balança analítica e os resultados expressos em gramas. **Tempo médio de germinação:** realizado durante o teste de germinação, anotando-se o número de sementes germinadas em cada repetição. Para estimar o tempo médio de germinação (TMG) foi utilizada a equação de Edmond e Drapalla (1965) pela qual obteve-se o índice que representa a média do tempo necessário para a germinação expressos em dias.

$$TMG = \frac{G_1.T_1 + G_2.T_2 \dots G_n.T_n}{G_1.G_2 \dots G_n} \quad \text{onde:}$$

TMG: Tempo Médio de Germinação (dias)

G(1,2 e n): Número de sementes germinadas

T(1,2 em): Tempo (dias)

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. No experimento I foram 3 pontos percentuais de umidade e no experimento II e III o esquema fatorial foi 2 x 5, sendo dois teores de água e 5 condições de armazenamento no experimento II e dois tempos de embebição e cinco concentrações de PEG no experimento III. Sendo 4 repetições de 25 sementes cada nos três experimentos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (para avaliar a tolerância à dessecação e o armazenamento) e análise de regressão (para avaliar o efeito do condicionamento osmótico) ambos a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tolerância à dessecação

As sementes de marmelo recém-beneficiadas apresentaram teor de água inicial de 15% e perderam água rapidamente mesmo em condição de ambiente de laboratório, sendo necessários 40 minutos para alcançar o peso referente ao teor de água de 10% e 110 minutos para o teor de água de 5%.

Houve efeito significativo da secagem sobre a germinação, massa fresca, comprimento total, de raiz e hipocótilo de plântulas e tempo médio de germinação. Sementes de marmelo recém-beneficiadas (15% de teor de água) não germinaram, porém à medida que houve redução do nível de hidratação das sementes, ocorreu aumento da porcentagem de germinação das sementes. Possivelmente, a diminuição do teor de água das sementes ocasionou a superação de dormência nessas sementes.

Pupim et al., (2009), relataram em sua revisão que o fato da secagem contribuir para superação de dormência pode ser atribuído à continuidade do processo de maturação das sementes durante o período de desidratação, sendo observado resultados semelhantes em sementes de *Magnolia ovata* St. Hil (pinhado-brejo), quando submetidas à secagem. Os autores observaram que sementes frescas, com 23,5% de teor de água apresentaram potencial fisiológico inferior em relação às submetidas à secagem até 10,9% de teor de água.

Os resultados indicam que a secagem das sementes de marmelo favoreceu o processo germinativo. Este fato pode estar relacionado à alteração do balanço entre as substâncias promotoras e inibidoras da germinação, contribuindo para a superação da dormência fisiológica das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Com a redução do teor de água das sementes para 10% e 5%, houve o início da germinação aos 21 dias após a semeadura. A porcentagem de germinação aumentou conforme a desidratação das sementes, apesar de não apresentar diferenças estatísticas entre os teores de água de 5% e 10%. De um modo geral, todas as características avaliadas apresentaram resultados superiores com a desidratação das sementes e esses resultados sugerem que as sementes de marmelo podem ser consideradas ortodoxas quanto à dessecação (tabela 1).

TABELA 1. Germinação, massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo, comprimento total de plântulas e tempo médio de germinação em função do teor de água nas sementes de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC.

Variáveis	Teor de água das sementes		
	5%	10%	15%
Germinação (%)	84,00 a	78,00 a	0,0 b
Massa fresca (g)	0,363 a	0,495 a	0,0 b
Comprimento de raiz primária (cm)	2,892 a	2,870 a	0,0 b
Comprimento de hipocótilo (cm)	4,862 a	5,050 a	0,0 b
Comprimento total (cm)	7,755 a	7,920 a	0,0 b
Tempo médio de germinação (dias)	29,77 a	28,79 a	0,0 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O grau de tolerância à desidratação refere-se à capacidade de recuperar as funções biológicas quando as sementes são reidratadas, após serem submetidas à desidratação artificial ou natural, ou seja, quando um organismo perde água a tolerância depende da habilidade da célula de manter a integridade das membranas e prevenir a desnaturação de proteínas. Esta tolerância está relacionada à recuperação dessas atividades após a secagem até um nível considerado crítico que varia conforme a espécie (MARCOS FILHO, 2005).

Os resultados dos trabalhos sugerem que as sementes de marmelo apresentam comportamento ortodoxo, pois a secagem estimulou a germinação em sementes com teores de água de 10% e 5%. Vale salientar que novos estudos devem ser realizados para comprovar o efeito da secagem na superação de dormência de sementes de marmelo.

Armazenamento

Os teores de água de sementes de marmelo com teores de água inicial de 5 e 10% após armazenamento por 30 dias estão apresentados na tabela 2. Embora não fosse analisado estatisticamente, houve um acréscimo nos teores de água das sementes em todos os ambientes testados, exceto para as sementes com teor de água inicial de 10% e que permaneceram armazenadas em laboratório, que não apresentaram variação no conteúdo de água.

TABELA 2. Teores de água de sementes de marmelo após armazenamento.

Local de armazenamento	Teor de água inicial nas sementes	
	5%	10%
Laboratório	29%	10%
Câmara fria e seca	12,6%	30,8%
Geladeira	22%	25%
Freezer	21%	30%

Embora as sementes de marmelo tenham permanecido em embalagem plástica durante o armazenamento, esses resultados são semelhantes aos observados em sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich. (ipê-amarelo) acondicionadas em embalagem de papel, que apresentaram maiores teores de água ao longo do armazenamento, nos ambientes de câmara ($22 \pm 3^\circ\text{C}$ e $74 \pm 2\%$ UR) e condições normais de laboratório ($27 \pm 3^\circ\text{C}$ e $62 \pm 2\%$ UR) (SOUZA et al., 2005).

Houve efeito significativo do ambiente de armazenamento e do teor de água inicial das sementes sobre a germinação e o comprimento total de plântulas de marmelo. As sementes armazenadas com teor de água de 10% apresentaram resultados de germinação superiores às sementes com 5% de teor de água nos ambientes testados. Para as sementes que não foram submetidas ao armazenamento, houve maior porcentagem de germinação em sementes com 5% de teor de água (tabela 3). O ambiente freezer foi prejudicial para viabilidade de sementes com os dois teores de água testados. Para as sementes com o teor de água de 5%, a condição sem armazenamento e a câmara fria e seca foram mais adequados para obtenção de resultados elevados de germinação e o ambiente de laboratório foi superior a

geladeira para o armazenamento das sementes. Possivelmente, embora as sementes apresentassem resultados elevados de germinação após a secagem, a redução da temperatura de armazenamento prejudicou a formação de plântulas de marmelo.

Em revisão realizada por Cisneiros et al., (2003), os autores citaram que o no armazenamento sob temperaturas abaixo de zero, ocorre alta umidade relativa do ar, e após certo período de tempo, as sementes ganham umidade formando cristais de gelo nas camadas superficiais da semente o que provoca a danificação das sementes e ocasiona a perda da viabilidade.

Para as sementes de marmelo com 10% de teor de água, o ambiente laboratório proporcionou a maior porcentagem de germinação em relação aos ambientes de geladeira e câmara fria e seca, que não variaram significativamente entre si (tabela 3).

Esses resultados são semelhantes aos observados em sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.), sendo que para essas não foi recomendado o armazenamento em condição ambiente, devendo as sementes serem semeadas logo após a extração dos frutos. No trabalho citado, observou-se que quando armazenadas por um ano, as sementes apresentaram porcentagem de germinação praticamente nula ao longo dos 660 dias de avaliação, fato esse que os autores sugerem estar provavelmente ligado à maneira como o armazenamento foi efetuado, sendo esse um fator determinante no processo germinativo de sementes dessa espécie (BERNARDES et al., 2007).

Em relação ao comprimento total de plântulas de marmelo, sementes que não foram armazenadas apresentaram um maior crescimento e houve efeito significativo dos teores de água para sementes armazenadas em geladeira, câmara fria e seca e para o controle, sendo que sementes com teores de 10% apresentaram maior crescimento de plântulas (tabela 3).

Sementes de espécies medicinais foram armazenadas em câmara refrigerada durante 18 meses numa umidade relativa de 70% à temperatura de 20° C e algumas como a *Kyelmeyera coriaceae* Mart. e *Mikania* spp., perderam totalmente sua capacidade germinativa que era de 99%. As espécies *Alibertia edulis* e *Himatantus obovata* tiveram pequenos decréscimos na taxa, ficando entre 84% e 78%, respectivamente, e esses resultados representam um alto potencial de armazenamento dessas espécies (ALBUQUERQUE et al., 2002).

TABELA 3. Germinação e comprimento total de plântulas de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC (marmelo) em função do teor de água das sementes e do local de armazenamento.

Variável	Teor de água das sementes (%)	Local de armazenamento				
		Laboratório	Geladeira	Freezer	Câmara fria e seca	Controle
Germinação (%)	5	64,0 bB	48,0 cB	0,0 dA	74,0 abB	84,0 aA
	10	89,0 aA	53,25 bA	0,0 cA	76,0 bA	78,0 bB
Comprimento total de plântulas (cm)	5	4,30 bA	4,26 bB	0,0 dA	1,68 cB	7,75 aB
	10	4,29 bA	4,64 bA	0,0 cA	4,63 bA	7,92 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelos testes de Tukey e F, respectivamente.

Pela análise de variância foi verificado efeito significativo do ambiente de armazenamento sobre a massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e tempo médio de germinação de sementes de marmelo. Porém, não houve diferença estatística entre os ambientes testados para a massa fresca de plântulas, exceto para as sementes armazenadas em freezer que apresentaram germinação nula, portanto, as demais características também foram nulas (figuras 1A, B, C e D).

Verificou-se um maior crescimento da raiz em sementes provenientes do armazenamento em geladeira (figura 1B). As sementes que não foram submetidas ao armazenamento apresentaram um maior crescimento de hipocótilo (figura 1C), embora nestas sementes tenha sido observado o maior tempo médio de germinação em relação às sementes armazenadas em ambiente de laboratório e câmara fria e seca, que necessitaram da metade do tempo para a germinação e não variaram significativamente entre si (figura 1D).

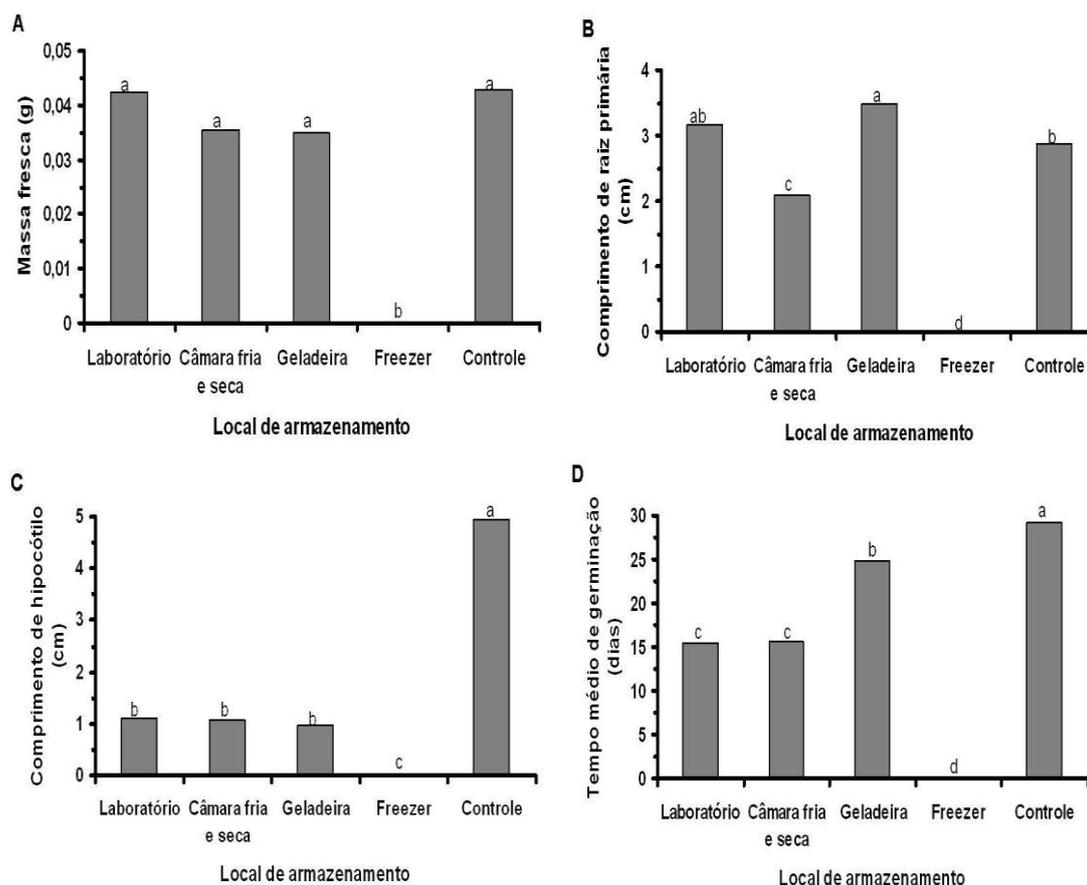


FIGURA 1. A. Massa fresca (g); B. Comprimento de raiz primária (cm); C. Comprimento de hipocótilo (cm); D. Tempo médio de germinação em função do local de armazenamento em sementes de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC.

Em revisão sobre produção e transferência de tecnologia de sementes de espécies medicinais observou-se que o ambiente mais adequado para armazenar as sementes estudadas foi em câmara fria e em sacos de polietileno, pois esses são mais resistentes à absorção de umidade (TAKAHASHI et. al., 2006).

O efeito do teor de água das sementes foi significativo para massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e tempo médio de germinação. Sementes armazenadas com teor de água de 10% apresentaram maior massa fresca, crescimento de raiz primária e hipocótilo e menor tempo médio para germinação (tabela 4).

Existe um consenso de que o teor de água é o fator mais importante na longevidade de sementes ortodoxas. A cada 1% de redução no teor de água ou de 5,6°C na temperatura, essas sementes dobram sua longevidade (HARRINGTON, 1963; CHAVES e USBERTI, 2003).

TABELA 4. Massa fresca, comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e tempo médio de germinação em função do teor de água das sementes de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC submetidas ao armazenamento por 30 dias.

Teor de água das sementes (%)	Variáveis			
	Massa fresca (g)	Comprimento de raiz primária (cm)	Comprimento de hipocótilo (cm)	Tempo médio de germinação (dias)
5	0,0268 b	2,017 b	1,5805 b	17,59 b
10	0,0356 a	2,632 a	1,6670 a	16,48 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente à 5% de probabilidade pelo teste F.

Em sementes de dedaleiro (*Lafoensia pacari* St. Hil.) o armazenamento em câmara fria a 20°C por 12 meses contribuiu para a manutenção dessas sementes (SENEME et al., 2010). Sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Stand. (ipê-amarelo) podem ser favorecidas quando são armazenadas com teores de água em torno de 11,9% nas temperaturas de 10° C e 12° C (MARTINS et al., 2009).

Foram observadas elevadas porcentagens e velocidade de emergência em sementes de *Ocotea porosa* Nees (imbuia) quando coletadas com teor de água de 40% e acondicionadas em sacos plásticos, armazenadas em laboratório ou em câmara fria, concluindo que as embalagens de vidro não são recomendadas para o armazenamento dessas sementes (TONIN et al., 2006).

Portanto, os resultados dos trabalhos indicaram que sementes de marmelo podem ser armazenadas em laboratório por 30 dias com teor de água de 10% mantendo assim a capacidade de formar plântulas em torno de 89%, o que sugere o comportamento ortodoxo das sementes dessa espécie em relação à tolerância à dessecação. Entretanto, as sementes não toleraram temperatura de congelamento durante o armazenamento. Vale ressaltar que novos estudos poderão ser realizados para abordar maior duração de tempo, novas temperaturas e embalagens de armazenamento para verificação da longevidade das sementes.

Condicionamento osmótico

Houve interação significativa entre o tempo de embebição e as concentrações de PEG utilizadas, apenas para a germinação das sementes de marmelo, embora não tenha sido verificado ajuste para curva de regressão sementes que não foram osmocondicionadas apresentaram resultados superiores de germinação e não foram observadas diferenças estatísticas entre os tempos de embebição. As sementes que foram submetidas ao condicionamento com PEG nas concentrações de -0,3 e -0,7 MPa apresentaram maiores resultados de germinação durante 5 dias de embebição. As menores médias observadas foram nas concentrações de -0,3 e -0,7 MPa para o tempo de embebição de 10 dias e na concentração de -0,5 MPa no tempo de embebição de 5 dias (tabela 5).

TABELA 5. Germinação (%) em função do tempo de embebição e do potencial osmótico em sementes de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC

Variável	Tempo de embebição (dias)	Concentrações de PEG (MPa)				
		0,0	- 0,3	- 0,5	- 0,7	- 1,3
Germinação (%)	5	84,0 aA	73,0 abcA	55,0 cA	78,0 abA	62,0 bcA
	10	84,0 aA	51,8 bB	67,9 abA	52,3 bB	65,9 abA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelos testes de Tukey e F, respectivamente.

Resultados semelhantes foram observados em sementes de *Senna spectabilis* DC (variedade excelsa) osmocondicionadas que apresentaram um decréscimo na germinabilidade e na velocidade de germinação à medida que o potencial osmótico do meio se tornou mais negativo. Os valores de germinabilidade diferiram estatisticamente do controle o que indicou sensibilidade das sementes ao condicionamento osmótico. Os autores observaram menor germinação no potencial de -0,7MPa (16,2%), e ausência de germinação no potencial de -0,8MPa (JELLER e ANDRADE PEREZ, 2001).

Em sementes de *Cnidoculus juercifolius* (faveleira) observou-se bom desempenho germinativo até o potencial de -0,3 MPa. Entretanto, a porcentagem de germinação foi afetada a partir de -0,5 MPa, enquanto sua velocidade foi reduzida a

partir de -0,3 MPa. Foi relatado também que o limite de tolerância ao estresse hídrico simulado com o PEG 6000 situa-se entre -0,7 e -0,9 MPa e que o potencial de -0,7 MPa por 48 h pode ser benéfico para as sementes de baixo vigor (SILVA et al., 2005).

Nas sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan (angico-branco) as concentrações de PEG 6000 a partir do potencial de -0,8 impediram a absorção de água pelas sementes prejudicando a germinação, sendo que a velocidade da germinação foi reduzida a partir do potencial de -0,6 MPa (REGO et al., 2007).

Em revisão realizada por Takahashi et al., (2006) os autores citaram que as sementes de fedegoso (*Senna occidentalis* L.) quando colocadas para germinar em potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa à 25° C em condição de luz, sobre papel umedecido com 20 ml de PEG 6000, apresentaram maior porcentagem de germinação (86%) no potencial 0 e nos potenciais de -0,4 e 0,6 MPa a germinação não ocorreu.

Em sementes de faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus* M. Arg.) o estresse hídrico induzido pelo PEG em maior concentração retardou e reduziu a taxa de germinação devido a diminuição nos percentuais de umidade nos tecidos de reserva (CUNHA et al., 2010).

Não foi observado efeito significativo do tempo de embebição sobre a germinação, massa fresca, comprimento de raiz primária e comprimento de hipocótilo. Somente para o comprimento total de plântulas houve efeito significativo do tempo de embebição, sendo observado um crescimento de 6,54 e 6,10 cm para os tempos de embebição de 5 e 10 dias, respectivamente.

Em relação às concentrações de PEG foi verificado efeito significativo para o comprimento de raiz primária, comprimento de hipocótilo e comprimento total de plântulas. As sementes osmocondicionadas apresentaram menor crescimento de plântulas (figuras 2, 3 e 4). Embora fosse detectado efeito significativo para essas características, ao realizar análise de regressão não houve ajuste de curva.

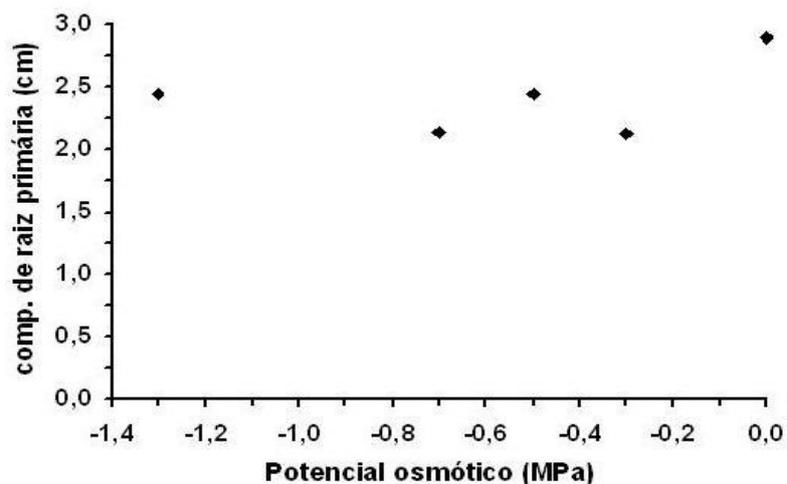


FIGURA 2. Comprimento de raiz primária (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC.

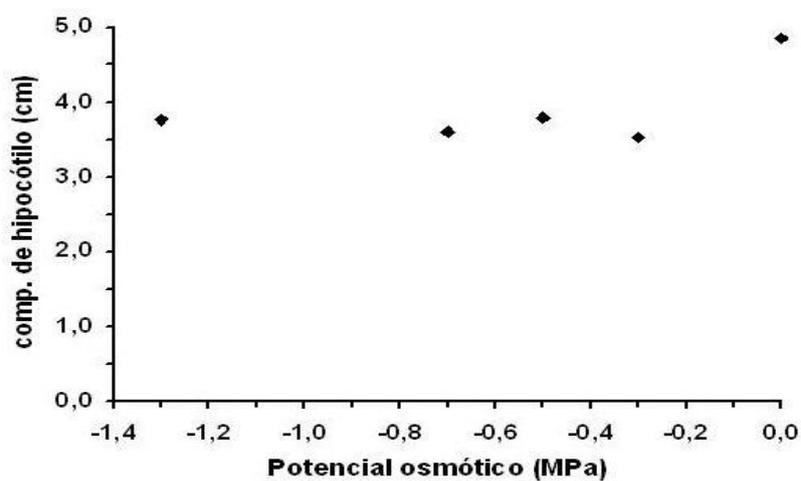


FIGURA 3. Comprimento de hipocótilo (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC.

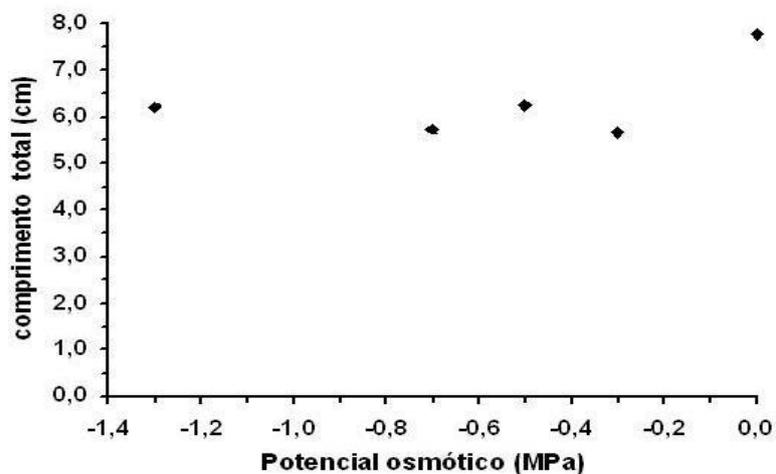


FIGURA 4. Comprimento total de plântulas (cm) em função do potencial osmótico (MPa) em sementes de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. ex DC.

Portanto, verificou-se com os presentes resultados que o condicionamento osmótico não proporcionou aumento na germinação das sementes sendo observado 84% para o controle e a máxima de 78% de germinação para o potencial de -0,7 MPa.

CONCLUSÕES

As sementes de marmelo não devem ser semeadas logo após o beneficiamento. A desidratação das sementes para níveis abaixo de 10% de teor de água favorece a germinação e reduz o tempo médio de germinação.

Sementes de marmelo apresentam comportamento ortodoxo e não perdem a capacidade de germinação ao atingir o teor de água de 5%, mesmo após 30 dias de armazenamento.

O freezer não é recomendado para o armazenamento das sementes.

Sementes de marmelo não necessitam de condicionamento osmótico para atingir elevados índices de germinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B.; ALBRECHT, J. M. F. Germinação de sementes de espécies medicinais do Cerrado. **In: I Seminário Matogrossense de Etnobiologia e Etnoecologia e II Semana Centro-Oeste de Plantas Mediciniais**. Palestras, Cuiabá-MT, 2002.

BERNARDES, T. G.; ESTRELA, C. T.; NAVES, R. V.; REZENDE, C. F. A.; MESQUITA, A. M.; PIRES, L.L. Efeito do armazenamento e de fitohormônios na qualidade fisiológica de sementes de Araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n.3, p.163-168, Goiânia-GO, 2007.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: Physiology of development and germination. **Plenum Press**, 367 p., New York 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análises de sementes**. 365 p., SNDA/DNDV/CLAV Brasília-DF, 2009.

CARNEIRO, M.A.; DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; COMUNNELO, E. Aptidão da Bacia do Rio Dourados para o cultivo de algumas espécies de Eucaliptos. **Floresta**, v. 36, n. 3, p.332-342, Curitiba- PR, 2006.

CISNEIROS, R. A.; MATOS, V. P.; LEMOS, M. A.; REIS, O. V.; QUEIROZ, R. M. Qualidade fisiológica de sementes de araçazeiro durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 513-518, DEAg/UFCG – [http:// www.agriambi.com.br.](http://www.agriambi.com.br), Campina Grande-PB, 2003.

CHAVES, M. M. F.; USBERTI, R. Previsão da longevidade de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.4, p.557-564, São Paulo-SP, 2003.

CROMARTY, A.S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. **Desing of seed storage facilities for genetic conservartion**. Rome: IPGRI, 100 p., 1985.

CUNHA, J. R.; FREIRE, D. L.; FERREIRA, M. C.; BEZERRA, P. D. F.; MELO, Y. L.; MACEDO, C. E. C.; MAIA, J. M. Germinação de faveleira sob condições de estresse hídrico. **IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio de Oleaginosas Energéticas**, João Pessoa-PB, 2010.

EDMOND, J.B.; DRAPALLA, W.J. The effects of temperature, sand an soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticulture Science**. v. 71, p. 428-434, 1965.

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

HARRINGTON, J.F. Practical advice and instructions on seed storage. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, p. 989-994, 1963.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behavior**. In: ENGELS, J.M.M; TOLL, J. Rome: IPGRI (IPGRI Technical Bulletin n.1), 62 p., Department of Agriculture the University of Reading, UK, 1996.

JELLER, H.; ANDRADE PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hidrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.93-104, Santa Maria-RS, 2001.

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

MARTINS, L.; DO LAGO, A. A.; SALES, W. R. M. Conservação de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.) standl.) em função do teor de água das sementes e da temperatura do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n.2, p. 86-95, Londrina-PR, 2009.

MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. **The osmotic potential of polyethylene glycol 6000**. Plant Physiology, Bethesda. v.51, p.914-916, 1973.

NASCIMENTO, W. M. O.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CICERO, S. M. Conseqüências fisiológicas da dessecação em sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mrt.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 38-43, Londrina-PR, 2007.

NETO, G. G.; MORAIS, R. G. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: Um estudo bibliográfico. **Acta Botânica Brasilica**, v.17, n.4, p. 561-584, São Paulo-SP, 2003.

PINTO, A. M.; INOUE, M. T.; NOGUEIRA, A. C. Conservação e vigor de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Acta Amazônica**. v.34, n.2, p.233-236, Manaus-AM, 2004.

PUPIM, T. L.; NOVENBRE, A. D. L. C.; BRANCALION, P. H. S.; MORAES, H. D.; VAZ MONDO, V. H.; LABONIA, V. D. S. Conservação de sementes de *Magnolia ovata* St. Hil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.96-105, Londrina-PR, 2009.

REGO, S. S.; FERREIRA, M. M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Influência de Potenciais Osmóticos na Germinação de Sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan (Angico-branco) – Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 549-551, Porto Alegre-RS, 2007.

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

SENEME, A. M.; HOFFMAN S.; POSSAMAI, E.; MORAES, C. P. Germinação e qualidade sanitária de sementes de dedaleiro (*Lafoensia pacari* St. Hil., Lythraceae). **Scientia Agrária**, v.11, n.1, p. 019-024, Curitiba-PR, 2010.

SILVA, D.B.; SILVA, J.A.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas do Cerrado**. Embrapa Informação Tecnológica, 178 p., Brasília – DF, 2001.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B.; MORAIS, D. L.; VIEGAS, R. A. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de faveleira (*Cnidocolus juercifolius*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9, n.1, p.66-72, Campina Grande-PB, 2005.

SOUZA, V. C.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (VAHL.) NICH. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 833-841, Viçosa – MG , 2005.

SUNE, A.D.; FRANKE, L.B.; SAMPAIO, T. G. Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.18-23, Pelotas-RS, 2002.

TAKAHASHI, L. S. A.; ROCHA, J. N.; SOUZA, J. R. P. Revisão sobre produção e tecnologia de sementes medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p.198-209, Botucatu-SP, 2006.

TONIN, C. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees Et Martius Ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p26-33, Pelotas-RS, 2006.