

CLAUDIA APARECIDA PONTES

QUALIDADE FISIOLÓGICA E ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS DE
SEMENTES DE *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (SIBIPIRUNA)
DURANTE O ARMAZENAMENTO

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P814q Pontes, Claudia Aparecida, 1973-
2003 Qualidade fisiológica e alterações bioquímicas de
sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth.
(sibipiruna) durante o armazenamento / Cláudia
Aparecida Pontes. – Viçosa : UFV, 2003.
50p. : il.

Orientador: Eduardo Euclides de Lima e Borges
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa

1. Sibipiruna - Semente - Armazenamento. 2.
Sibipiruna - Semente - Deterioração. 3. Sibipiruna -
Semente - Fisiologia. 4. Sibipiruna - Semente - Qualidade.
Caesalpinia peltophoroides. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.9232315

CLAUDIA APARECIDA PONTES

QUALIDADE FISIOLÓGICA E ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS DE
SEMENTES DE *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (SIBIPIRUNA)
DURANTE O ARMAZENAMENTO

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal, para a
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

Aprovada: 31 de julho de 2003

Prof.^a Rita de Cássia Gonçalves Borges
(Conselheiro)

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva
(Conselheira)

Prof. José Mauro Gomes

Prof. Eduardo Fontes Araújo

Prof. Eduardo Euclides de Lima e Borges
(Orientador)

Aos meus pais, Marlene e João Carlos.
Aos meus irmãos Renato e Samuel.
Ao meu namorado Aderlan.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

Aos meus orientadores Professora Rita de Cássia Gonçalves Borges e ao Professor Eduardo Euclides de Lima e Borges, pela orientação, pela confiança e amizade.

Aos professores Haroldo Nogueira e Sebastião Venâncio, pelas palavras de incentivo.

Aos meus pais Marlene e João Carlos, pelo carinho e amor a mim dedicados.

Aos meus irmãos Renato e Samuel, pelo carinho, incentivo e amizade.

Ao meu namorado Aderlan, pela ajuda na análise estatística, pelo amor, pelo carinho e principalmente pela paciência nos momentos difíceis durante o mestrado.

Aos amigos Dôra, Rosana, Marcinho e Rosalvo, pelo carinho, pela amizade e convívio durante essa fase tão conturbada.

À minha amiga Edivânia, pelo carinho e pela acolhida em sua casa.

Aos meus tios, em especial a tia Sônia, tia Waldelis, Tia Rosa e Tio Abel, pela presença sempre constante.

As minhas avós Honélia e Maira, pelo carinho e amor.

Aos funcionários do laboratório de sementes Florestais José Mauro, Gilberto, Leacir, Francisco (Chico), Geraldo Machado, Sr. Geraldo, Sr. José Maria e Márcio, pela simpatia, amizade e ajuda na realização deste trabalho.

As amigas de república Eni Maira e Adriana pelo carinho e incentivo.

Um agradecimento especial aos professores Hélio Garcia e Silvana, pela realização das análises estatísticas.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CLAUDIA APARECIDA PONTES, filha de João Carlos Pontes e Marlene da Silva Pontes, nasceu no dia 17 de novembro de 1973, em Machado, Minas Gerais.

Em 1994 concluiu o ensino médio na Escola Estadual Iracema Rodrigues.

Em Março de 1996 iniciou o curso de graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, concluindo-o em agosto de 2001. No mês de Agosto do mesmo ano iniciou o Mestrado em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Defendeu a dissertação de Mestrado em julho de 2003.

CONTEÚDO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Teor de água	10
3.2. Porcentagem e velocidade de germinação	10
3.3. Condutividade elétrica	11
3.4. Envelhecimento acelerado	11
3.5. Teor de amido	11
3.6. Teor de ácidos graxos	12
3.7. Análise estatística	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Teor de água	15
4.2. Porcentagem e velocidade de germinação	17
4.3. Condutividade elétrica	20
4.4. Envelhecimento acelerado	22
4.5. Teor de amido	27
4.6. Teor de ácidos graxos	29
5. RESUMO E CONCLUSÕES	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	47

RESUMO

PONTES, Claudia Aparecida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2003. **Qualidade fisiológica e alterações bioquímicas de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna) durante o armazenamento.** Orientador: Eduardo Euclides de Lima e Borges. Conselheiros: Rita de Cássia Gonçalves Borges e Haroldo Nogueira de Paiva.

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar algumas alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna) durante o armazenamento, estabelecendo relações entre essas alterações e a perda de viabilidade e vigor. Para tanto, utilizaram-se sementes colhidas em Viçosa – MG, entre julho e agosto de 2002, que foram armazenadas a 5°C e UR 70% e 20°C e UR 62%. Foram retiradas amostras de sementes para a realização dos testes de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e determinação dos teores de água. Os teores de amido e de ácidos graxos foram quantificados nos cotilédones e no eixo embrionário. As análises foram realizadas logo após a colheita e aos 60, 120, 180 e 220 dias desde o armazenamento. As porcentagens de germinação das sementes mantidas a 5 e 20°C foram reduzidas a partir de 220 e 120 dias, respectivamente. O índice de velocidade de germinação (IVG) decresceu de maneira similar. A condutividade elétrica permaneceu constante nas sementes armazenadas a 5°C e aumentou nas que permaneceram a 20°C. Os teores de amido

sofreram reduções significativas em as ambas temperaturas, nos cotilédones, mas não no eixo embrionário. Os teores de ácidos graxos saturados e insaturados do eixo embrionário e dos cotilédones tiveram alterações significativas em ambas temperaturas, com exceção do ácido oléico, que se manteve constante nos cotilédones e no eixo embrionário das sementes mantidas a 5 e 20°C, respectivamente. O envelhecimento acelerado nos períodos de 24, 48 e 72 horas detectou redução significativa na qualidade das sementes em ambos os ambientes de armazenamento. Os resultados em conjunto mostram que ocorreram alterações nas sementes, com redução mais acentuada da viabilidade e do vigor nas sementes armazenadas a 20°C do que naquelas mantidas a 5°C, estando as alterações provavelmente associadas às modificações nos teores de ácidos graxos.

ABSTRACT

PONTES, Claudia Aparecida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2003. **Physiological quality and biochemical changes in *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna) seeds during storage.** Advisor: Eduardo Euclides de Lima e Borges. Committee members: Rita de Cássia Gonçalves Borges and Haroldo Nogueira de Paiva.

This study was carried out at the Laboratory for Analysis of Forest Seeds (LASF) of the Forest Engineering Department, Universidade Federal de Viçosa, in order to evaluate the physiological and biochemical alterations in *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna) seeds during storage. To establish relationships between these changes and the loss of viability and vigor, seeds were collected in Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil, between July and August 2002. The seeds were stored at 5°C and UR 70%, and 20°C and UR 62%. Seeds samples were taken to evaluate germination, electric conductivity, and accelerated senescence, as well as water contents. Starch and fatty acid contents were quantified in the cotyledons and the embryonic axis. The analyses were carried out immediately after harvesting and also after 60, 120, 180, and 220 days of storage. Germination percentages of the seeds stored at 5 and 20°C sank after 220 and 120 days, respectively. The germination speed index (IVG) decreased similarly. The electric conductivity remained constant in the stored seeds at 5°C and increased in those stored

at 20°C. Starch contents underwent significant reductions at both temperatures in the cotyledons, but not in the embryonic axis. The contents of saturated and unsaturated fatty acids of the embryonic axis and the cotyledons presented significant alterations in both temperatures, with exception of the oleic acid, which remained stable in the cotyledons and the embryonic axis of the seeds stored at 5 and 20°C, respectively. A significant reduction of the seed quality was detected by accelerated senescence after 24, 48, and 72 hours for both storage conditions. Combined results show that alterations took place in the seeds, with a clearer reduction of viability and vigor in the seeds stored at 20°C than in those stored at 5°C. The alterations were probably associated to modifications of the fatty acid contents.

1- INTRODUÇÃO

O armazenamento de sementes é necessário uma vez que a produção de mudas nem sempre é possível logo após a colheita. Para isto, é preciso que sejam oferecidas condições ideais para sua conservação por longos períodos. O armazenamento age como regulador de estoque para anos de baixa produtividade, sendo um método fácil e barato de manutenção da qualidade e da variabilidade genética. No entanto, muitas espécies florestais não resistem ao armazenamento prolongado, necessitando de temperatura e umidade relativa adequadas para manutenção de sua viabilidade durante o armazenamento (Roberts, 1973; Carneiro, 1985; Carvalho e Nakagawa, 2000).

De acordo com Popinigis (1985), as alterações observadas durante o processo de deterioração são, entre várias, a queda na velocidade de germinação, alterações na permeabilidade da membrana celular e a redução na porcentagem de germinação.

Segundo Carneiro (1985) e Carneiro e Aguiar (1993), as variações na qualidade das sementes podem ser acompanhadas por testes de vigor, como de envelhecimento acelerado, de alterações na condutividade elétrica e dos constituintes químicos, no decorrer do período de armazenamento.

Muito embora haja estudos diversos a respeito de métodos adequados de armazenamento de sementes para várias espécies florestais nativas, observa-se que há poucas informações disponíveis quando se trata das modificações fisiológicas e bioquímicas, que ocorrem durante este período, para várias outras espécies.

A *Caesalpinia peltophoroides* (sibipiruna) é uma espécie ornamental e com potencial madeireiro. No Brasil, ocorre principalmente na região de Mata Atlântica do Rio de Janeiro, sul da Bahia e no Pantanal Matogrossense. Sua madeira é pesada, dura e de média durabilidade, sendo utilizada na construção civil, na produção de móveis em geral, em plantios mistos para recuperação de áreas degradadas e, principalmente, no paisagismo. A espécie é pouco exigente com relação ao tipo de solo. A árvore é semidecídua, heliófila produzindo anualmente grande quantidade de sementes viáveis (Lorenzi, 1992).

Não existem informações na literatura a respeito das modificações que ocorrem em sementes de sibipiruna, durante o armazenamento ou mesmo das condições adequadas para conservação de sua viabilidade por períodos prolongados. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo, avaliar algumas alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna), durante o armazenamento, estabelecendo relações entre essas alterações e a perda de viabilidade e vigor.

2- REVISÃO DE LITERATURA

O armazenamento de sementes é um importante componente nos trabalhos de produção de mudas e melhoramento florestal, pois age como controlador de mercado para anos de baixa produtividade ou como banco de germoplasma. O armazenamento de sementes está entre as estratégias de conservação *ex situ*, mais utilizadas, por ser o método mais fácil e mais barato de preservar as características genéticas das sementes, até que sejam semeadas (Carneiro, 1985; Noradi et al.,1998). Entretanto, o armazenamento de sementes de determinadas espécies tropicais só é possível por um curto período de tempo, mesmo em condições consideradas ótimas (Roberts, 1973; Carneiro, 1985, Carvalho e Nakagawa, 2000).

É necessário que se conheçam as alterações bioquímicas e/ou fisiológicas que ocorrem nas sementes durante o período de armazenamento, para que se possam estabelecer bases seguras para a conservação adequada (Carneiro e Aguiar, 1993; Krzyzanowski e França-Neto, 2001).

As sementes perdem água na fase final de maturação, sendo variável entre as diferentes espécies. As sementes chamadas de recalcitrantes apresentam aumento na taxa de deterioração em função da redução do teor de água e as ortodoxas mantêm sua viabilidade quando armazenadas em baixas temperatura e umidade (Roberts, 1973; Carneiro e Aguiar, 1993). No entanto, determinadas espécies, mesmo quando armazenadas com alto teor de água, não conseguem manter sua viabilidade por mais do que poucos meses (Roberts, 1973; Roberts e King,1980). Segundo Paula (1997),

sementes de *Hevea brasiliensis* não suportam armazenamento por longos períodos, mantendo-se viáveis com teor de água variando entre 15-20%. Teor de água inferior a este percentual resultou em sua morte.

A deterioração de sementes é um dos grandes problemas do armazenamento de sementes florestais, principalmente nas oleaginosas (Braccini et al., 2001). Este processo não pode ser evitado, mas pode ser controlado, sendo este o principal objetivo do armazenamento (Carneiro e Aguiar, 1993). A deterioração, segundo Matthews (1985), ocorre em níveis molecular, genético, celular, de tecido e de população da semente. O conhecimento dessas mudanças serve de base para elucidação dos mecanismos de envelhecimento, como também para o aprimoramento de métodos para avaliação do vigor. Várias teorias têm sido propostas para explicar o processo de deterioração durante o armazenamento, mas ainda não se conhecem bem as suas causas (Chiu et al., 1995). Carvalho (1994) afirma que a deterioração é o resultado da soma de diversas causas, como a desestruturação dos sistemas de membranas a nível celular e, segundo Carneiro e Aguiar (1993) e Braccini et al. (2001), afeta a viabilidade das sementes antes da redução da porcentagem de germinação.

No sentido de elucidar os mecanismos envolvidos na deterioração de sementes, Delouche e Baskin (1973) estabeleceram uma relação hipotética de eventos que envolvem desde a degradação de membranas, que seria o primeiro evento, até a perda do poder germinativo, que seria a última fase. Powell (1986) considera que o processo inicial de deterioração é resultado da redução das atividades enzimáticas e respiratórias e da síntese de macromoléculas. As reduções das atividades enzimáticas e respiratórias são resultados de modificações físicas, fisiológicas e bioquímicas que ocorrem durante o ciclo de vida da semente (Abdul-Baki e Anderson, 1972; Kryzanowski e França-Neto, 2001).

Uma das teorias clássicas da deterioração de sementes está baseada na alteração e na perda de integridade do sistema de membranas, tendo como resultado a perda de lixiviados (Braccini et al., 2001; Dias e Marcos-Filho, 1995a). Segundo Abdul-Baki e Anderson (1972), durante o período de embebição, ocorre reorganização do sistema de membranas, reduzindo a perda dos componentes celulares, ou seja, reduzindo a perda de lixiviados.

O ideal é que isto ocorra no menor tempo possível. Este tempo de reorganização reflete o vigor das sementes (Dias e Marcos-Filho, 1995a).

Hamman et al. (2001) encontraram relação entre a condutividade elétrica e a emergência no campo em sementes de *Glycine max* (L.) Merrill. Entretanto, este teste, segundo os mesmos autores, foi pouco preciso na determinação da deterioração. Contudo, outros testes devem ser realizados para uma conclusão mais precisa. Paula (1997), trabalhando com sementes de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. não observou relação significativa entre a germinação e a condutividade elétrica das sementes armazenadas a 5°C, mas houve um aumento da condutividade elétrica das sementes armazenadas a 20°C, a partir do décimo quinto dia de armazenamento. Segundo a mesma autora, possivelmente a deterioração não esteja associada à degradação de membranas.

Estudando o comportamento de sementes de *Cariniana estrellensis* Kuntze. durante o armazenamento, Figliolia et al. (2000) concluíram que no armazenamento, em ambiente de laboratório, a germinação decresceu de 79 para 64,5%, independente do tipo de embalagem, após 60 dias, chegando a zero, aos 640 dias. Quando foram armazenadas em câmara fria, em embalagens impermeáveis, a germinação média foi de 73,2%, mantida por 240 dias. Entretanto, com 480 dias de armazenamento, tanto nas embalagens permeável e semipermeável, a porcentagem média de germinação foi de 60,5%.

Uma alternativa para a manutenção da viabilidade de sementes de espécies arbóreas é a liofilização. Assim, Figliolia et al. (1986/88) verificaram que sementes de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida*, *Tabebuia vellosa* liofilizadas mantiveram a viabilidade e o vigor por maior período de tempo, quando comparadas com a testemunha (sem tratamento).

Gemaque (1999) observou que sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley, submetidas ao envelhecimento acelerado (42°C/ 95% UR), apresentaram redução na condutividade elétrica e aumento na porcentagem de germinação, quando comparadas com as não envelhecidas, concluindo ter havido reestruturação do sistema de membranas.

Paula (1997) estudou as alterações fisiológicas ocorridas em sementes de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg, submetidas ao armazenamento. A autora observou que a temperatura de 5°C foi a mais eficiente para manter a viabilidade das sementes, apresentando uma germinação de 47%, enquanto as sementes armazenadas a 20°C apresentaram 10% de germinação, aos 30 dias.

Sementes de *Cedrela fissilis* Vell. mantiveram-se viáveis quando foram armazenadas em câmara fria (5°C) e acondicionadas em embalagens de vidro hermeticamente fechadas por 12 meses. No entanto, quando foram acondicionadas em ambiente não controlado, a viabilidade foi mantida por apenas seis meses (Corvello et al. 1999). Comportamento semelhante foi observado em sementes de *Dipteryx alata* Vogel.. Estas sementes mantidas em baixas temperaturas ($7\pm 1,5^\circ\text{C}$ / $80\pm 2\%$ UR e $20\pm 2^\circ\text{C}$ / $70\pm 2,7\%$ UR) mantiveram a viabilidade e o vigor por 12 meses de armazenamento, apresentando redução da viabilidade e do vigor, após três meses de armazenamento em condições de laboratório ($27\pm 3^\circ\text{C}$ / $76\pm 3,2\%$ UR) (Botezelli, 1998). A mesma tendência foi observada por Figliolia et al. (2001), quando estudaram as condições de armazenamento para as sementes de *Diptychandra aurantiaca* (Mart.) Tul. O ambiente de 5°C e a umidade relativa de 90% mantiveram a melhor viabilidade das sementes, com média de 76,8% de germinação, seguindo-se o ambiente de 21°C e umidade relativa de 45% com 61,3% e ambiente natural com 60%.

Lopes (1991) encontrou maior porcentagem de germinação nas sementes de *Phaseolus vulgaris* L. armazenadas em câmara fria (5°C) por 24 e 34 meses e aumento nos níveis de lipídios e peróxidos nas sementes armazenadas em condições de laboratório. O mesmo autor concluiu que as condições de armazenamento alteraram a viabilidade com profundas modificações no metabolismo de lipídios e em sua peroxidação durante o período de armazenamento.

As alterações nos constituintes de reserva das sementes influenciam o vigor e o potencial de armazenamento (Carvalho e Nakagawa, 2000). Wilson e McDonald (1986) basearam-se no mecanismo de peroxidação de lipídios para explicar o processo de deterioração de sementes durante o armazenamento. Este mecanismo envolve a degradação de membranas e a

desnaturação de proteínas, interferindo na síntese de proteínas e do DNA, no acúmulo de substâncias tóxicas e no desacoplamento do sistema de transporte de elétrons durante a fosforilação oxidativa. Braccini et al. (2001) acreditam que a maioria das modificações bioquímicas ocorridas nas sementes seria resultado e não a causa do processo de deterioração. Um exemplo seriam danos causados às membranas pela peroxidação de lipídios e mudanças na composição de ácidos graxos (Francis e Coolbear, 1988; Dias e Marcos-Filho, 1995b).

Vários pesquisadores, citados por Vieira et al. (1994), concluíram que a exposição das sementes a temperaturas e umidades elevadas resultaria em sérias alterações degenerativas em seu metabolismo, como aumento de ácidos graxos, redução nos teores de açúcares redutores, de proteínas solúveis e desestabilização nas atividades de enzimas, desencadeadas pela desestruturação e perda de integridade do sistema de membranas celulares, causadas, principalmente, pela peroxidação de lipídios. Sementes com tegumento permeável de *Trifolium subterraneum* apresentaram redução significativa dos ácidos linoléico e linolênico comparada com as impermeáveis. Segundo Flood e Sinclair (1981), os resultados confirmam a hipótese de que, a auto-oxidação de ácidos graxos insaturados reduz a viabilidade e o vigor.

Clatterbuck e Bonner (1985) constataram redução no teor de ácidos graxos e aumento no teor de carboidratos solúveis em sementes de *Quercus* sp., entre três e quatro meses de armazenamento. Os mesmos autores concluíram que não houve correlação entre metabolismo de lipídios e redução na viabilidade das sementes de *Quercus* sp.. Blanche et al. (1994) estudaram a distribuição dos componentes de reserva em sementes de *Vochysia hondurensis* Sprague, tendo o ácido graxo oléico, araquídico e cis-11-icosênico correspondido a 80% dos 28,6% de lipídios nas sementes.

Aguiar et al. (2001) estudaram as características bioquímicas das sementes de *Astronium fraxinifolium* Shott. colhidas e armazenadas em épocas diferentes. Ao longo do período de armazenamento, houve redução significativa nos teores de amido, proteína total e carboidratos. Investigando as alterações em sementes de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Paula (1997) encontrou redução no teor do ácido linoléico entre 30 e 45 dias de

armazenamento a 5°C, não tendo o ácido oléico e linolênico apresentado alterações. Quando foram armazenadas, a 20°C houve redução nos teores dos três ácidos. Durante o período de armazenamento, houve uma redução na porcentagem de germinação e um aumento na condutividade elétrica. A comparação destes dados sugere que a peroxidação seja o principal determinante no processo de deterioração dessas sementes.

Thapliyal e Connor (1997) detectaram aumento da condutividade elétrica em sementes de *Dalbergia sissoo* com o aumento no tempo de envelhecimento. Porém, não houve uma correlação com o teor de ácidos graxos saturados e insaturados, já que apresentaram pequena queda ao longo do armazenamento.

Fanti e Perez (2001) estudaram o comportamento de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado a 45°C, com 100% de umidade relativa. A partir de 72 horas de envelhecimento, detectou-se redução significativa na porcentagem de plântulas normais, tendo as sementes envelhecidas por 144 horas perdido a capacidade de germinação. Garcia et al. (2001) avaliaram a viabilidade das sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo). As sementes usadas como testemunha apresentaram 75% de germinação e as submetidas ao envelhecimento acelerado tiveram variação de 32 a 21% em sua taxa de germinação. Os mesmos autores concluíram que o tempo de envelhecimento reduziu a viabilidade e o vigor das sementes ao longo do período de armazenamento.

Nodari et al. (1998) estudaram a conservação dos frutos e das sementes de *Euterpe edulis* submetidas a diferentes condições de armazenamento, observando que, com o aumento do tempo de armazenamento, a porcentagem de germinação decresceu de 81,6 para 9,5%. A melhor forma de armazenamento foi embalando as sementes em sacos de polietileno, mantidas a 4°C.

Pérez e Arguello (1995) estudaram o comportamento de sementes de *Arachis hypogaea* L. cv. envelhecidas de modo natural ou através de envelhecimento acelerado. Observaram aumento na permeabilidade de membrana, que foi mais bem detectado no eixo embrionário. No entanto, não houve correlação entre deterioração de membranas e peroxidação de

lipídios, pois os teores de lipídios se mantiveram constantes durante o processo de envelhecimento.

Sementes de *Arachis hipogea* L., envelhecidas a 38°C e 90% de umidade relativa durante 28 dias, apresentaram redução de 95% para 15% na porcentagem de germinação, quando comparadas com sementes não envelhecidas. A condutividade elétrica quintuplicou em relação à testemunha e o teor de ácidos graxos (na fração lipídios polares) caiu em 10%, em relação à testemunha. No entanto, a composição dos ácidos graxos das diferentes frações lipídicas permaneceu inalterada. Provavelmente, um outro fator, que não a peroxidação, esteja envolvido na deterioração destas sementes (Pearce e Samad, 1980).

Durante o envelhecimento acelerado de sementes de *Cajanus cajan* (L.) Millsp foi encontrada uma correlação entre a condutividade elétrica e a atividade respiratória. Diante dos resultados, concluiu-se que o processo de envelhecimento artificial promoveu a deterioração destas sementes (Kalpana e Rao, 1995). Vieira et al. (2001) usaram o teste de condutividade elétrica para determinar o vigor em sementes de *Glycine max* (L.) Merrill.. No entanto, não encontraram correlação entre condutividade elétrica e a temperatura de armazenamento (10°C). Os mesmos autores concluíram que a deterioração de membranas não está relacionada diretamente com a perda de integridade de membranas em baixa temperatura. Kalpana e Rao (1994) estudaram a relação da peroxidação de lipídios durante o envelhecimento acelerado, chegando à conclusão de que a perda de viabilidade e vigor durante o envelhecimento não é resultado da peroxidação de lipídios. Segundo os mesmos autores, a redução da qualidade das sementes de *Cajanus cajan* (L.) Millsp talvez seja resultado da presença de peróxidos de hidrogênio.

3-MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna) provenientes da região de Viçosa, Estado de Minas Gerais, colhidas em julho e agosto de 2002. Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

As sementes foram armazenadas em caixas de papelão (25 x 22, 5 cm), a 5°C e 70% de umidade relativa e a 20°C e 62% de umidade relativa. As análises foram realizadas em intervalos de 60 dias, tendo sido a última análise realizada com intervalo de 40 dias (0, 60, 120, 180 e 220 dias). Foram realizados testes de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e procedeu-se à quantificação dos teores de água, dos teores de amido e de ácidos graxos em cada uma das condições de armazenamento. Para as análises de ácidos graxos e teor de amido, utilizaram-se cotilédones e eixo embrionário. Os testes e análises realizados antes do armazenamento serviram como testemunha (tratamento adicional).

3.1-Teor de água: Foi determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas (Brasil, 1992), utilizando-se sementes inteiras, com três repetições, de 20 sementes cada. Os resultados foram expressos em porcentagem média.

3.2- Porcentagem e velocidade de germinação: Utilizou-se placa de petri, tendo como substrato duas folhas de papel de filtro, tipo germitest,

umidecidas com água destilada, permanecendo em germinador, à temperatura constante de 25°C, com luz contínua, fornecida por lâmpadas fluorescentes de 40 watts, tipo luz do dia, por um período de 10 dias, com avaliação diária das sementes germinadas. Todas as sementes passaram por um processo de desinfecção com o fungicida Captan 0,5%. Foram consideradas germinadas, as sementes que emitiram radícula.

Para o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), foi utilizada a fórmula de Maguire, citada por Silva e Nakagawa (1995). Foram utilizadas 5 repetições de 20 sementes cada.

Fórmula de Maguire (1962)

$$IVG = \sum \left(\frac{n_i}{t_i} \right)$$

IVG – Índice de velocidade de germinação

n_i – n° de sementes/tempo (dias)

t_i – tempo

3.3-Conductividade elétrica: Foram colocadas sementes em erlenmeyer com 80 mL de água destilada a 25°C, por 24 horas. A condutividade elétrica do lixiviado foi determinada, utilizando-se um condutivímetro MICRONAL, modelo B 330, eletrodo com constante 0,75, conforme procedimento descrito por Woodstock (1973). Os resultados foram expressos em milisiemens por centímetro por grama de matéria seca. Foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes.

3.4-Envelhecimento acelerado: Foram colocadas 120 sementes sobre telas em caixas tpo gerbox com água destilada em seu fundo. O conjunto foi colocado em câmara de envelhecimento a 40°C por 24, 48 e 72 horas e 100% de umidade relativa (Marcos-Filho, 1994). Após este período, foram realizados testes de germinação e calculados os índices de velocidade de germinação conforme descrito anteriormente.

3.5-Teor de amido: Utilizou-se metodologia descrita por Passos (1989). Após a extração dos carboidratos solúveis, foram macerados 50 mg de cotilédones e eixo embrionário secos, em almofariz de porcelana, e

digeridos em 1000 μL de ácido perclórico a 35%, por 15 minutos. Após centrifugação, foi retirada uma alíquota de 5 μL do sobrenadante para a quantificação colorimétrica, tendo sido a absorbância lida em 490 nm contra um padrão de glicose. Os resultados foram expressos em miligramas de amido por grama de peso de matéria seca de semente.

3.6-Teor de ácidos graxos: Utilizou-se a metodologia descrita por Silva (1990). As amostras de cotilédones e do eixo embrionário foram secas e maceradas em almofariz de porcelana e colocadas em cartuchos de papel-filtro. O óleo foi extraído a frio com éter de petróleo, em extrator Soxhlet, num período de 24 horas, após o qual, as amostras foram mantidas sob nitrogênio em ultra freezer (-20°C), até a data das quantificações.

Os ácidos graxos foram analisados por meio de seus respectivos ésteres metílicos, conforme metodologia descrita por Passos (1989). Foram pesados 20 mg da amostra de óleo dos cotilédones e do eixo embrionário que foram dissolvidos em 0,5 mL de tetrahidrofurano (THF), adicionando-se 1.000 μL de solução de metóxido de sódio 0,5 M, preparada com metanol anidro. Os tubos foram colocados em banho Maria a 50°C , por 10 minutos. Em seguida, foram adicionados 50 μL de ácido acético glacial e 3.000 μL de água destilada. A amostra foi transferida para balão de separação e os ésteres metílicos extraídos por duas vezes com 5000 μL de hexano. A fase orgânica foi seca com Na_2SO_4 anidro, contendo 10% de KHCO_3 sólido. O solvente foi removido em rotoevaporador e os ésteres metílicos ressuspensos em 1.000 μL de hexano.

Foram injetados 10 μL das amostras em cromatógrafo a gás Shimadzu CG 14-A, equipado com detector de ionização de chama (FID), acoplado ao integrador C-R6A Chromatopac e a um registrador. A coluna utilizada foi a coluna capilar Carbowax 50 m da Shimadzu, de 0,22 mm de sílica fundida, com espessura de 0,25 μm . O fluxo do gás de arraste (H_2) foi de 0,5 Kg/cm². A temperatura do injetor foi de 220°C , a do detector de 230°C e a da coluna de 190°C , durante 60 segundos, seguida de uma elevação na razão de $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, até atingir a temperatura final de 230°C , permanecendo constante por 35 minutos. Os resultados foram expressos em miligramas de

ácidos graxos por grama de peso de matéria seca. Foram realizadas três repetições por tratamento.

3.7-Análise estatística: O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 4 x 2 (tempo x temperatura), com tratamento adicional (testemunha) (Garcia, 2001), tendo 5 repetições para as variáveis germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica e 3 repetições para as variáveis teor de água, amido e ácidos graxos. Para a normalização das variáveis, os valores de porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e ácidos graxos foram transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$ (Banzato e Kronka 1989); as variáveis porcentagem de germinação, após o envelhecimento acelerado, e teor de amido, pela função $\sqrt{x + 0,5}$. Os dados de condutividade elétrica e teor de água não foram transformados. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância seguidas de regressão. O teste de Dunnett foi aplicado quando houve significância entre as interações fatorial e testemunha. Para comparar a porcentagem de germinação e o IVG em dois ambientes de armazenamento aos 180 dias, utilizou-se o teste de Kolmogorov e Smirnov para duas amostras independentes (Seber, 1977; Weisberg, 1985). Todas as análises foram realizadas em nível α de 5% de significância. Para comparar as temperaturas de armazenamento das sementes, realizou-se o teste de identidade de modelos (Draper e Smith, 1981; Seber, 1977; Weisberg, 1985). Os gráficos foram construídos com os dados originais.

Para as variáveis porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação ajustou-se o modelo linear:

$$Y = b_0 + b_1 X + e$$

Onde:

Y= variável dependente (porcentagem de germinação e IVG);

b_0 e b_1 = coeficientes da regressão;

X= tempo de armazenamento;

e = erro.

Para as variáveis teor de água, condutividade elétrica, teor de amido, teor de ácidos graxos, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) após o envelhecimento acelerado, utilizou-se o modelo de equação exponencial.

$$Y = b_0 * e^{b_1 * x} + e$$

Onde:

Y= variável dependente (teor de água, condutividade elétrica, teor de amido, teor de ácidos graxos, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) após o envelhecimento acelerado);

X = tempo de armazenamento (dias);

b₀ e **b₁** = coeficientes da regressão;

e = erro.

As análises acima descritas foram realizadas utilizando o programa Excel e o programa Statistica 5.5.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Teor de água

O teor de água das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* foi significativamente diferente entre os dois ambientes de armazenamento. As sementes mantidas a 5°C apresentaram aumento no teor de água, enquanto aquelas em 20°C mostraram redução ao longo do período de armazenamento (Figuras 1a e 1b). Segundo Carneiro (1985), o grau de umidade das sementes é diretamente dependente da umidade relativa do ar. Porém, em ambos os ambientes de armazenamento, não foi estabelecido o equilíbrio higroscópico. Provavelmente, o tempo de análise (220 dias) não tenha sido suficiente para se estabelecer esse equilíbrio com o ambiente.

Segundo Varela e Façanha (1987), baixos níveis de umidade reduzem a taxa respiratória das sementes e contribuem para a redução do metabolismo de reservas, resultando em maior vigor e viabilidade. Já Andrade Júnior (1998) relaciona a longevidade de sementes com o teor de água. Segundo o mesmo autor, para sementes ortodoxas o teor de água mais indicado está na faixa de 4 a 6%. Valores acima desta faixa resultariam na perda de atividade de várias enzimas e níveis mais baixos favoreceriam a oxidação lipídica. Entretanto, nem sempre todas as espécies apresentam o mesmo comportamento. Em um outro trabalho, Leon-Lobos e Ellis (2002) estudaram o comportamento das sementes de *Fagus sylvatica* e *F. crenata* durante o armazenamento. Ambas as espécies apresentaram redução significativa e progressiva da germinação com a redução do teor de água de

14 para 3%. O melhor ambiente de armazenamento foi proporcionado pela temperatura de -10°C e teor de água de 7,8 a 11,5% para *Fagus sylvatica* e de -20°C e teor de água de 9,5 para *Fagus crenata*.

As sementes de *Caesalpinia peltophoroides* apresentaram melhor qualidade, quando o grau de umidade estava em torno de 10% (5°C) até os 220 dias de armazenamento.

Os resultados encontrados para as sementes de *Caesalpinia peltophoroides* mostram que o teor de água em torno de 10% está favorecendo a manutenção da qualidade das sementes até os 220 dias de armazenamento, visto não ter havido redução significativa na porcentagem de germinação. Porém, quando o teor de água caiu para 6% em média, houve redução da qualidade das sementes, com redução da porcentagem de germinação, a partir dos 120 dias de armazenamento (20°C).

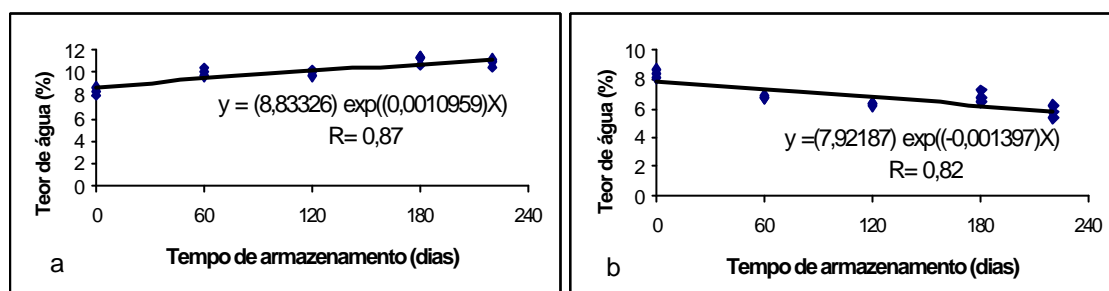


FIGURA 1 – Teor de água (%) em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), em função do tempo de armazenamento. a) - sementes armazenadas a 5°C, b) - sementes armazenadas a 20°C.

Vieira et al. (2002) encontraram relação significativa quando compararam o resultado da condutividade elétrica com o teor de água inicial e o nível de vigor das sementes de *Glicine max* (L.) Merrill. em duas safras agrícolas. À medida que houve aumento do teor de água de 7% para 17%, ocorreu uma menor variação nos resultados de condutividade elétrica.

Santos et al. (1999), estudando viabilidade de sementes de *Carica papaya* L., determinaram que o melhor ambiente de armazenamento foi na faixa de temperatura de 2 a 5°C, independente da embalagem, e com teor de água de 7%, durante 8 meses.

As sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* apresentaram um teor de água variando entre 6,14% e 8,25%, sugerindo ser estas sementes ortodoxas, com tegumento impermeável (Botezelli et al. 2000). A mesma tendência foi observada para as sementes de sibipiruna neste estudo, com teor de água variando de 8 a 11% para as sementes armazenadas a 5°C e de 5 a 8%, para as sementes a 20°C.

4.2 – Porcentagem e velocidade de germinação

As sementes de *Caesalpinia peltophoroides* armazenadas a 5°C (Figura 2a) mantiveram a porcentagem de germinação constante até os 180 dias de armazenamento, com redução significativa aos 220 dias, quando comparadas com o tratamento testemunha (Quadro 1). Nas sementes mantidas a 20°C (Figura 2b), esta redução foi detectada a partir dos 120 dias de armazenamento (Quadro 1). Provavelmente, a redução na porcentagem final de germinação esteja relacionada com danos causados às membranas. Neste caso, os danos podem ser resultado do tempo e da temperatura de armazenamento. Esta evidência pode ser comprovada, comparando-se os resultados dos dois ambientes de armazenamento. As sementes mantidas a 5°C mostraram redução significativa da qualidade, somente aos 220 dias de armazenamento. Entretanto, nas sementes mantidas a 20°C, esta redução foi detectada aos 120 dias. Estes resultados mostram que temperaturas elevadas provocaram aumento da taxa respiratória e conseqüentemente aumento das atividades metabólicas, com o consumo de reservas, como amido e açúcares.

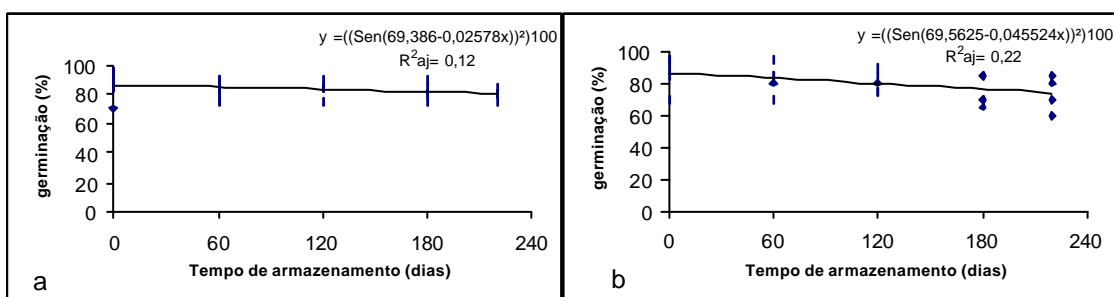


FIGURA 2 – Porcentagem de germinação das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), em função do tempo de armazenamento. a) sementes armazenadas a 5°C, b) sementes armazenadas a 20°C.

QUADRO 1 - Valores médios de porcentagem de germinação em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), obtidos ao longo do período de armazenamento.

Temperatura	Tempo de Armazenamento (dias)			
	60	120	180	220
5°C	66,75	66,64	65,13	63,50*
20°C	66,34	64,44*	60,35*	60,32*
Testemunha 69,94				

Dados transformados em $ArcSen \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Comparando-se os resultados de porcentagem de germinação das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* que permaneceram em temperatura ambiente com aquelas que foram armazenadas a 5 e 20°C (Quadro 2), verifica-se que a redução na porcentagem de germinação das sementes mantidas em temperatura ambiente foi significativa, evidenciando que temperaturas mais baixas resultam em melhores condições de preservação da viabilidade e vigor das sementes desta espécie.

QUADRO 2- Porcentagem de germinação (% G) e índice de velocidade de germinação (IVG) média, em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) armazenadas por 180 dias em temperatura ambiente e a 5 e 20°C.

180 dias					
Temperatura ambiente		5°C		20°C	
% G	IVG	% G	IVG	% G	IVG
3	0,073	80	3,01	75	2,74

Resultado semelhante foi encontrado por Reis e Cunha (1997), quando estudaram o comportamento de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg durante o armazenamento. Estas sementes apresentaram melhores resultados de viabilidade e vigor, quando foram armazenadas em nitrogênio líquido. Já as sementes de *Piptadenia peregrina* perderam a viabilidade

rapidamente quando armazenada em condições ambientes, enquanto a câmara fria foi o ambiente mais indicado, independente do tipo de embalagem (Borges et al.,1991).

Em um outro trabalho, Sasaki e Felipe (1992) estudaram a importância do armazenamento para as espécies do cerrado e verificaram que a melhor condição de armazenamento para *Dalbergia miscolobium* Benth., foi com a remoção das sementes do fruto e armazenamento em câmara fria (4°C).

Para o índice de velocidade de germinação (Figuras 3a e 3b) foi detectada queda significativa na qualidade das sementes entre os dois ambientes de armazenamento. O IVG das sementes mantidas à temperatura ambiente foi significativo (Quadro 1), quando comparado com o IVG das sementes mantidas a 5 e 20°C aos 180 dias de armazenamento. Conclui-se que a viabilidade (germinação) e o vigor (IVG) foram influenciados pela temperatura ao longo do armazenamento. Diante dos resultados, verifica-se que a câmara fria (5°C) é a mais indicada para a manutenção da qualidade das sementes desta espécie, até os 220 dias de armazenamento.

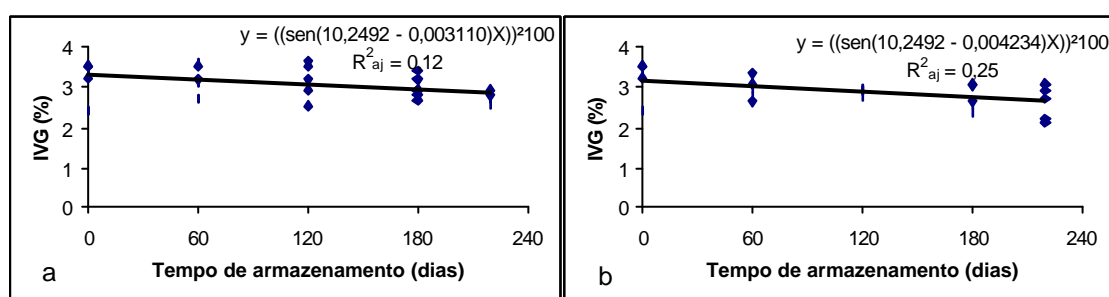


FIGURA 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), em função do tempo de armazenamento. a) sementes armazenadas a 5°C, b) sementes armazenadas a 20°C.

Firmino et al. (1995) constataram que os testes de germinação e velocidade de germinação não se mostraram adequados para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *Amburana acreana* Ducke (cerejeira). Resultado semelhante foi obtido por Freitas et al. (2001), que não encontraram uma relação significativa para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *Gossypium hirsutum* L., através dos testes de

germinação. Os mesmos autores enfatizaram a importância de se usar mais de um teste na avaliação de vigor.

Sementes de *Jacaranda acutifolia* Humb e Bonpl. foram armazenadas por um período de 24 meses em embalagens herméticas em ambiente de laboratório, sob temperatura de 5°C e -20°C. As sementes sob baixa temperatura apresentaram alta viabilidade, independente de secagem prévia. Em temperatura ambiente a viabilidade foi mantida por seis meses, chegando com 18 meses, o poder germinativo a zero (Mello e Eira, 1995). Em um outro trabalho, sementes de *Tabebuia avellanedae* Lorents e Criseb. mostraram-se viáveis por 30 dias, quando armazenadas em sacos de papel e câmara seca. No entanto, a secagem prévia em estufa a 40°C por 5 minutos resultou em perda de vigor, com redução do poder germinativo (Pinto et al., 1986). No entanto, as sementes de *Hordeum vulgare* L. e *Vigna radiata* L. apresentaram comportamento ortodoxo e mantiveram a viabilidade e o vigor por seis meses, quando acondicionadas em embalagens herméticas (Hong e Ellis, 1992).

4.3- Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é afetada pela quantidade de solutos em uma solução. No processo de deterioração, há uma liberação de solutos para o meio de embebição, que resulta em maior condutividade elétrica. Segundo Vieira (1994) e Dias e Marcos-Filho (1995a), ocorre aumento da permeabilidade das membranas celulares, à medida que ocorre a deterioração.

Nas sementes mantidas a 5°C, a condutividade foi constante (Figura 4a). Provavelmente, o lento processo de embebição tenha reduzido os danos causados às membranas, pois neste ambiente, as sementes apresentavam maior teor de água, em torno de 10%, ou seja, maior organização das membranas celulares. E naquelas que permaneceram no ambiente de 20°C, houve um aumento significativo da condutividade elétrica ao longo do período de armazenamento, mostrando ter havido danos às membranas (Figura 4b).

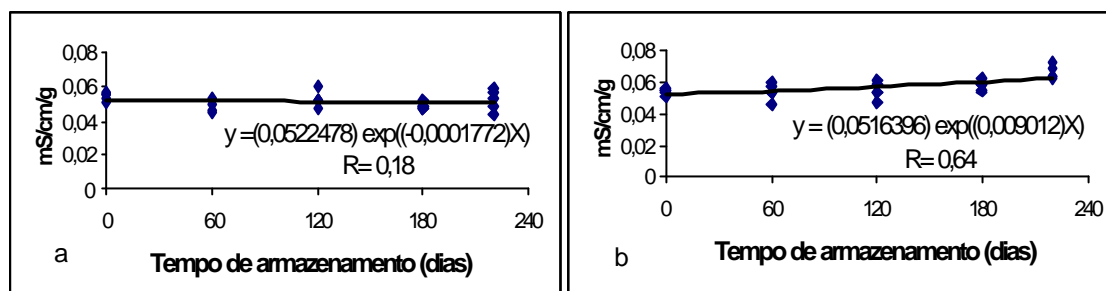


FIGURA 4 – Condutividade elétrica (mS/cm/g) em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), em função do tempo de armazenamento. a) sementes armazenadas a 5°C, b) sementes armazenadas a 20°C.

Borges et al. (1992) não detectaram aumento significativo na condutividade elétrica em sementes de *Piptadenia communis* submetidas ao envelhecimento acelerado, concluindo que o processo de embebição reduziu os danos às membranas.

Em outro estudo, Espindola et al. (1994) detectaram aumento na lixiviação de solutos em sementes de *Araucaria angustifolia*, constatando que os cotilédones foram mais sensíveis à dessecação. Os mesmos autores concluíram que a redução na umidade induziu o processo de deterioração de membranas. Após 30-60 minutos do início da dessecação, ocorreu inibição na síntese de proteínas. Albuquerque et al. (2001) estudaram a qualidade fisiológica de sementes de *Helianthus annuus* L. dentro de quatro genótipos, não encontrando correlação significativa entre os testes de emergência no campo, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Os mesmos autores concluíram que o teste de condutividade elétrica não foi eficiente na avaliação dos genótipos desta espécie.

Comparando-se os resultados, pode-se inferir que a temperatura de 20°C está contribuindo para o processo de deterioração das sementes de *Caesalpinia peltophoroides*, pois apresentaram aumento de condutividade elétrica, provavelmente, devido aos danos causados às membranas. Visto que as sementes mantidas no ambiente de 5°C não apresentaram alteração no valor da condutividade elétrica.

4.4- Envelhecimento acelerado

As sementes de *Caesalpinia peltophoroides* submetidas ao envelhecimento acelerado por 24, 48 e 72 horas (Figura 5) apresentaram redução significativa na porcentagem de germinação com relação ao tempo de armazenamento, independente da temperatura (5 e 20°C).

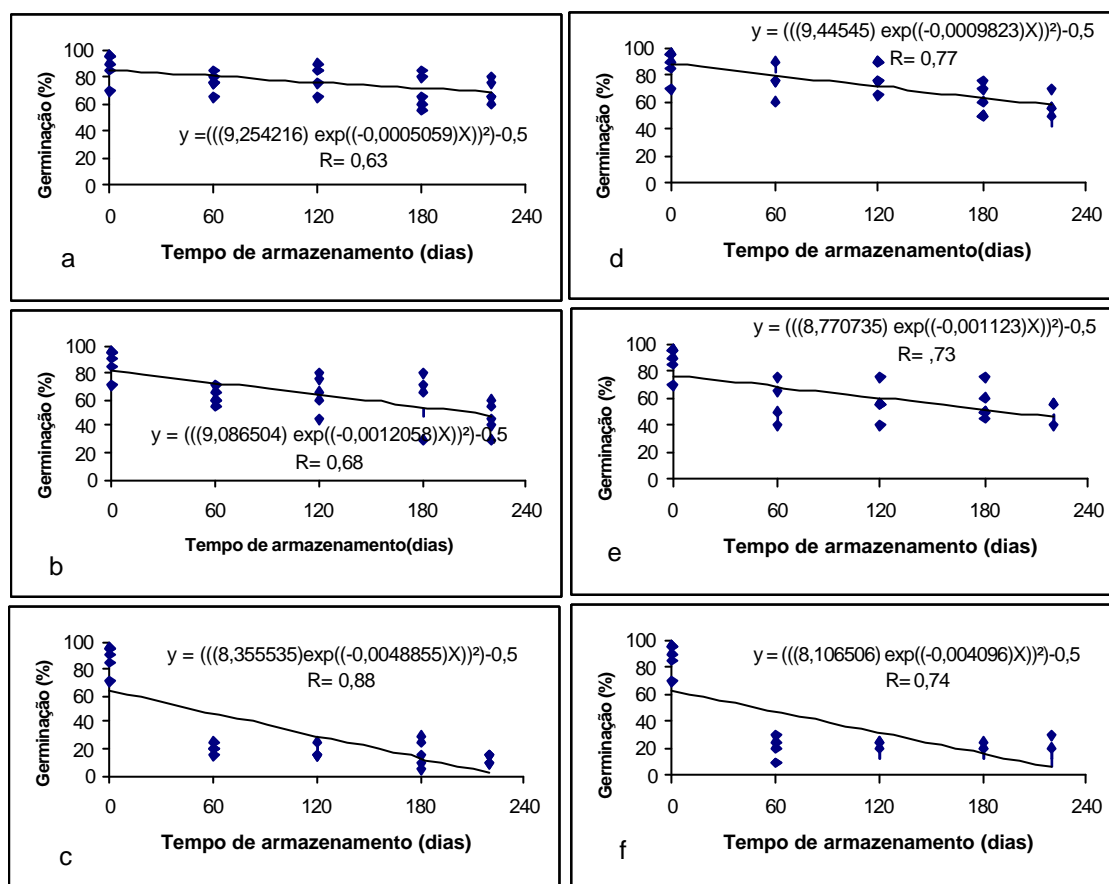


FIGURA 5 – Porcentagem de germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) submetidas ao envelhecimento acelerado por 24, 48 e 72 horas, em função do tempo de armazenamento. Sementes armazenadas a 5°C (Figuras a - 24h, b - 48h, c - 72h), sementes armazenadas a 20°C (Figuras d - 24h, e - 48h, f - 72h).

Para o período de 24 horas de envelhecimento, esta redução ocorreu a partir de 180 e 60 dias de armazenamento para as temperaturas 5 e 20°C, respectivamente (Quadro 3) e (Figuras 5a e 5d). Os períodos de envelhecimento de 48 horas (Figuras 5b e 5e) e 72 horas (Figuras 5c e 5f)

apresentaram redução significativa na porcentagem de germinação, a partir dos 60 dias de armazenamento, em ambas as temperaturas (Quadro 4 e 5). O período de envelhecimento de 72 horas mostrou maior redução da viabilidade das sementes ao longo do armazenamento, em ambas as temperaturas.

QUADRO 3 - Valores médios de porcentagem de germinação em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) após 24 horas de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento.

Temperatura	Tempo de Armazenamento (dias)			
	60	120	180	220
5°C	8,738	8,957	8,308*	8,325*
20°C	8,783*	8,899*	7,815*	7,429*
Testemunha 9,340204				

Dados transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$

*Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

QUADRO 4 - Valores médios de porcentagem de germinação em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) após 48 horas de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento.

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)			
	60	120	180	220
5°C	7,899*	8,055*	7,618	6,772*
20°C	7,399*	7,480*	7,485*	6,950*
Testemunha 9,340204				

Dados transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$

*Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* submetidas ao envelhecimento apresentou comportamento semelhante ao da porcentagem de germinação no mesmo período de envelhecimento, tendo tido redução significativa do índice

quando envelhecida por 24, 48 e 72 horas, a partir dos 60 dias de armazenamento (Quadros 6, 7 e 8).

QUADRO 5 - Valores médios de porcentagem de germinação em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) após 72 horas de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento.

	Tempo de Armazenamento (dias)			
Temperatura	60	120	180	220
5°C	4,513*	4,277*	4,019*	3,658*
20°C	4,316*	4,500*	4,395*	4,232*
Testemunha 9,340204				

Dados transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

QUADRO 6 - Valores médios do índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) após 24 horas de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento.

	Tempo de Armazenamento (dias)			
Temperatura	60	120	180	220
5°C	1,768*	1,874*	1,716*	1,648*
20°C	1,754*	1,789*	1,613*	1,539*
Testemunha 1,919				

Dados transformados pela função $\text{ArcSen } \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

As sementes testemunhas apresentaram valor de IVG igual a 1,919 ao final de 220 dias de armazenamento. Após 24 horas de envelhecimento, este valor médio foi de 1,648 e 1,539 para a temperatura de 5 e 20°C de armazenamento, respectivamente (Figuras 6a e 6d). No período de 48 horas, o IVG foi de 1,374 e 1,402 à temperatura de 5 e 20°C de armazenamento, respectivamente (Figuras 6b e 6e). No entanto, a maior queda do IVG foi detectada no tempo de 72 horas de envelhecimento, que

foi de 3,19 (Testemunha) para 0,912 e 0,992 para as temperaturas de 5 e 20°C, respectivamente (Figura 6c e 6f).

QUADRO 7 - Valores médios do índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) após 48 horas de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento.

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)			
	60	120	180	220
5°C	1,465*	1,478*	1,477*	1,374*
20°C	1,589*	1,566*	1,531*	1,402*
Testemunha 1,919				

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

QUADRO 8 - Valores médios do índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) após 72 horas de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento.

Temperatura	Tempo de Armazenamento (dias)			
	60	120	180	220
5°C	1,154*	1,082*	0,975*	0,912*
20°C	1,006*	1,098*	1,122*	0,992*
Testemunha 1,919				

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Gemaque (1999), trabalhando com sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley, observou tendência de aumento da germinação e do índice de velocidade de germinação com 96 horas de envelhecimento, concluindo que houve um processo de reestruturação do sistema de membrana. Em outro estudo, Borges et al. (1992) observaram redução da viabilidade em sementes *Piptadenia communis* submetidas ao envelhecimento acelerado, tendo sido a velocidade de germinação foi maior nas sementes envelhecidas por 16 e 20 horas. Segundo os mesmos

autores, o processo de pré-embecção pode ter favorecido o processo de germinação.

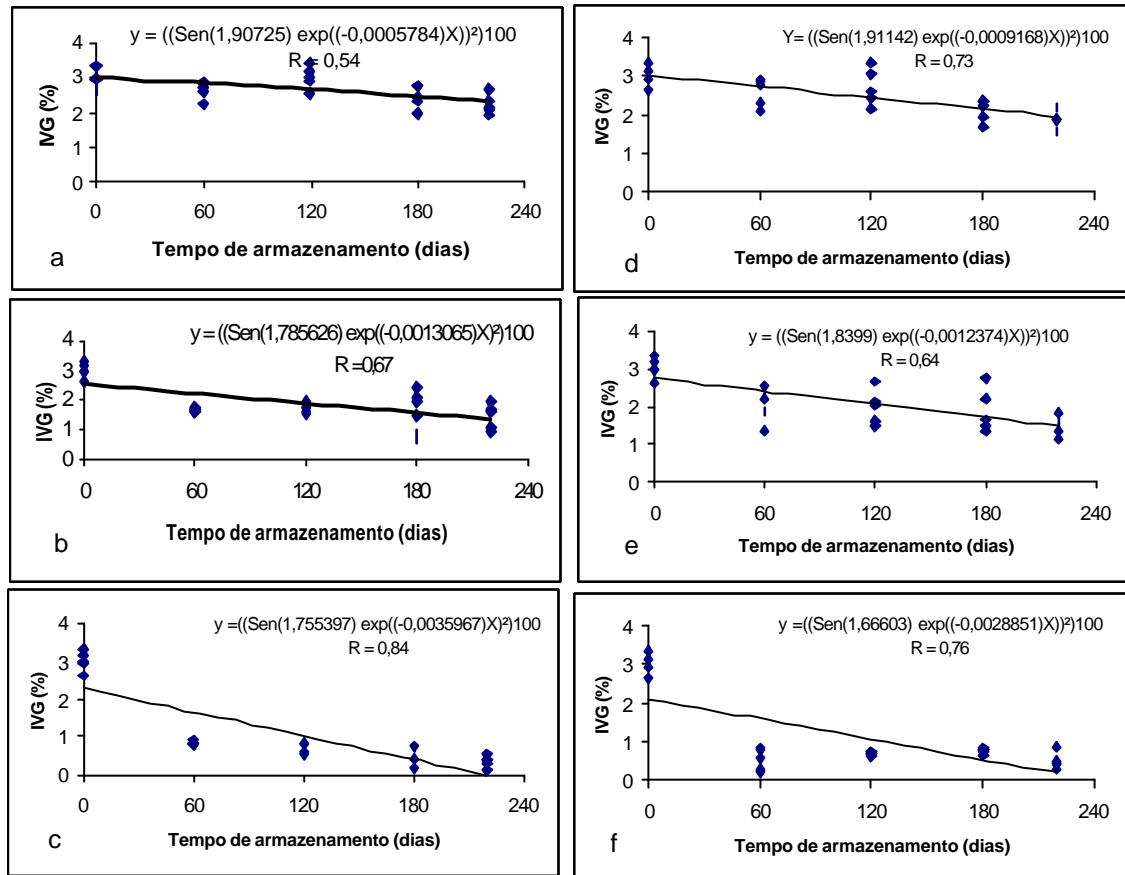


FIGURA 6 – Índice de velocidade de germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.) submetidas ao envelhecimento acelerado por 24, 48 e 72 horas, em função do tempo de armazenamento. Sementes armazenadas a 5°C (Figuras a - 24h, b - 48h, c - 72h), sementes armazenadas a 20°C (Figuras d - 24h, e - 48h, f - 72h).

Fanti et al. (1999) utilizaram o envelhecimento acelerado para a superação da dormência das sementes de *Anadenanthera pavonina*, tendo este tratamento afetado significativamente o vigor e a viabilidade das sementes, com redução da porcentagem de germinação das sementes, devido ao aumento da temperatura e do período de permanência na câmara de envelhecimento.

Em outro estudo, o envelhecimento acelerado causou perda progressiva na viabilidade e no vigor de sementes de *Cajanus cajan*

(Kalpana e Rao, 1995). Encontraram ainda, correlação entre a condutividade elétrica e a atividade respiratória, concluindo que o processo de envelhecimento acelerado promoveu a deterioração destas sementes.

As sementes de *Caesalpinia peltophoroides* submetidas ao envelhecimento acelerado apresentaram comportamento esperado, ou seja, redução da qualidade das sementes com o aumento do tempo de envelhecimento, provavelmente, devido aos danos causados às membranas celulares, resultado da peroxidação dos lipídios. Segundo Wilson e McDonald (1986), os ácidos graxos são suscetíveis aos processos de peroxidação, resultando na desestabilidade das membranas. Contudo, não foram realizados testes de peroxidação de lipídios durante o processo de envelhecimento acelerado, não se podendo afirmar que a redução da qualidade das sementes esteja relacionada com a peroxidação de lipídios.

4.5 - Teor de amido

Observa-se na Figura 7 (a e b) que o teor de amido presente no eixo embrionário apresentou diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento, tendo havido aumento no teor de amido na temperatura de 5°C e redução na temperatura de 20°C. A redução no teor de amido está relacionada com o processo de deterioração das sementes. Durante este processo, as reservas são transformadas em moléculas menores e utilizadas como fonte de energia para os processos de respiração, estando provavelmente, relacionadas com o fornecimento de carbono para a respiração de manutenção durante o armazenamento (Bewley e Blanck, 1994). Já o aumento, pode estar relacionado com a transformação e deposição de reservas nas células, que podem ser provenientes dos cotilédones.

Nos cotilédones (Figuras 8a e 8b), o teor de amido mostrou redução significativa entre as duas temperaturas estudadas a partir dos 60 dias de armazenamento (Quadro 9). Provavelmente, a redução no teor de amido seja resultado do processo de respiração, durante o armazenamento. Contudo, Eichelberger et al. (2002) encontraram aumento nos teores de aminoácidos, amidos solúveis, proteínas e redução dos açúcares solúveis

em sementes de *Lolium multiflorum* Lam., durante o período de armazenamento. Já Monerri et al. (1986) estudaram as alterações ocorridas nas reservas de amido e açúcares em cotilédones e eixo embrionário, em dois cultivares de *Pisum sativum* L.. A mobilização de amido na cultivar Progresso foi linear com o tempo e teve início antes da atividade da α -amilase nos cotilédones, não havendo diferença entre os teores de açúcar entre os cultivares. Em outro trabalho, Lin e Huang (1994) estudaram a relação entre a composição de carboidratos e a longevidade de sementes de espécies arbóreas, chegando à conclusão de que a razão entre oligo/dissacarídeo aumenta a tolerância à dessecação, resultando em maior longevidade das sementes ortodoxas.

Com base nos resultados do teor de amido presente nos cotilédones e no eixo embrionário, pode-se inferir que talvez este não seja um fator determinante no processo de deterioração das sementes armazenadas a 5°C, visto que neste ambiente de armazenamento, as sementes permaneceram viáveis até os 220 dias. No entanto, está coerente com os resultados encontrados para as sementes que permaneceram a 20°C, uma vez que estas apresentaram redução do vigor e viabilidade a partir dos 120 dias de armazenamento. Provavelmente, este ambiente tenha proporcionado um aumento no processo respiratório, resultando na redução do teor de amido nos cotilédones.

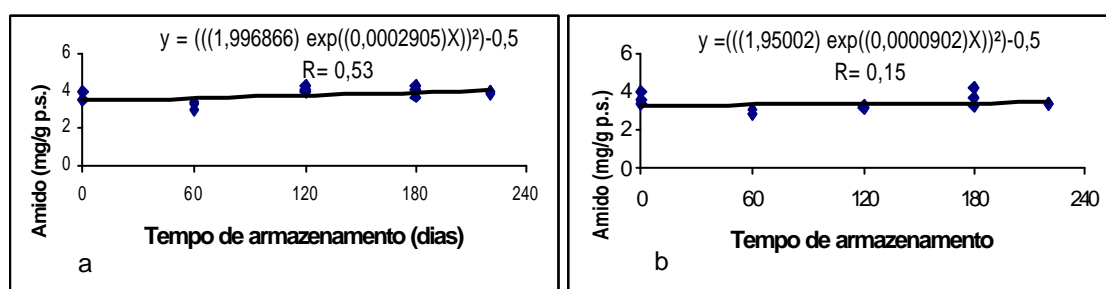


FIGURA 7 – Teor de amido (mg/g p.s.) no eixo embrionário de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), em função do tempo de armazenamento. a) sementes armazenadas a 5°C, b) sementes armazenadas a 20°C.

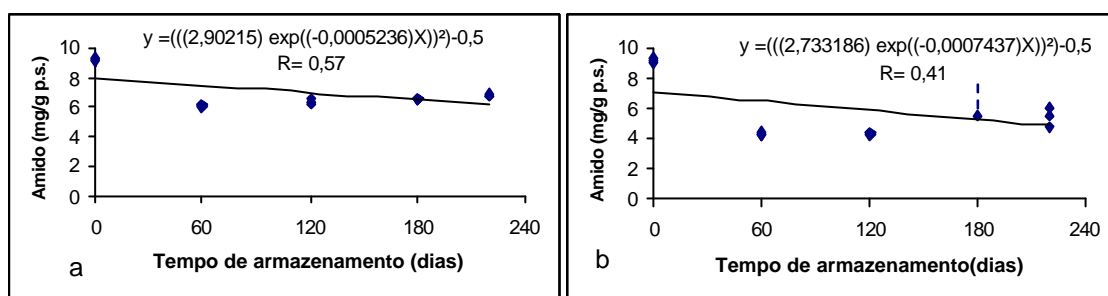


FIGURA 8 – Teor de amido (mg/g p.s.) em cotilédones de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), em função do tempo de armazenamento. a) sementes armazenadas a 5°C, b) sementes armazenadas a 20°C.

QUADRO 9- Valores médios do teor amido em cotilédones de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth), obtido ao longo do período de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)				
Temperatura	60	120	180	220
5°C	2,570*	2,624*	2,663*	2,698*
20°C	2,198*	2,196*	2,620*	2,433*
Testemunha 3,112				

Dados transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

4.6- Ácidos graxos

Os ácidos graxos presentes nos cotilédones e no eixo embrionário foram os ácidos graxos saturados, palmítico e esteárico e os ácidos graxos insaturados, oléico e linoléico.

Observa-se que nos cotilédones, o teor do ácido graxo linoléico na temperatura de 5°C não mostrou variação significativa no decorrer do período de armazenamento (Figura 9a). Entretanto, na temperatura de 20°C, a redução ocorreu de maneira significativa a partir dos 60 dias de armazenamento (Figura 9b e Quadro 9). Os teores de ácido oléico não apresentaram diferença significativa, quando comparadas com a testemunha, durante o armazenamento na temperatura de 5°C (Figura 9c), tendo sido, esta redução significativa na temperatura de 20°C (Figura 9d). Os teores do ácido graxo palmítico (Figuras 10a e 10b) e do ácido graxo

esteárico (Figuras 10c e 10d) apresentaram redução significativa a partir dos 60 dias de armazenamento independente da temperatura desse armazenamento (Quadro 11 e 12).

Observa-se no eixo embrionário, que o teor de ácido linoléico apresentou redução significativa ao longo do período de armazenamento (Figuras 11a e 11b). A redução foi detectada a partir dos 60 e 120 dias de armazenamento para as temperaturas de 5 e 20°C, respectivamente (Quadro 13). O ácido oléico manteve-se constante na temperatura de 20°C (Figura 11d), tendo havido redução significativa em seu teor a partir dos 60 dias de armazenamento para a temperatura de 5°C (Figura 11c e Quadro 14). O ácido palmítico (Figuras 12a e 12b) e o esteárico (Figuras 12c e 12d) apresentaram redução significativa a partir dos 60 dias de armazenamento, em ambas as temperaturas (Quadros 15 e 16).

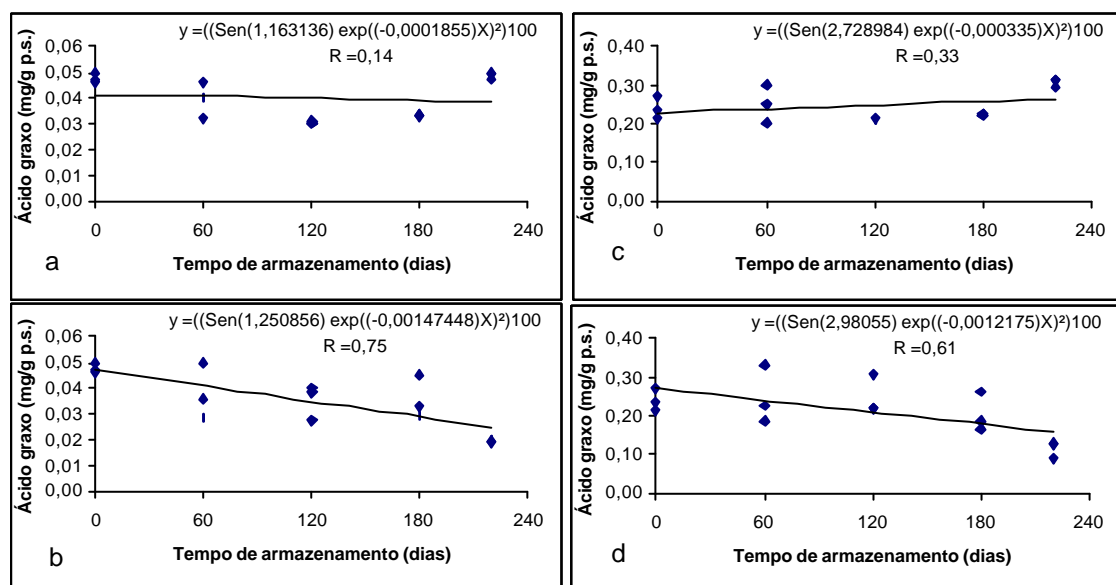


FIGURA 9 – Teor de ácidos graxos (mg/g p.s.) nos cotilédones de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth), em função do tempo de armazenamento. Ácidos linoléico (Figuras a 5°C e b 20°C) e oléico (Figuras c 5°C e d 20°C).

QUADRO 10 - Valores médios de teor de ácido graxo linoléico em cotilédones de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), obtidos ao longo do período de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)				
Temperatura	60	120	180	220
5°C	1,135*	1,00*	1,045*	1,263*
20°C	1,10*	1,07*	1,07*	0,801*
Testemunha 1,249				

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

QUADRO 11 - Valores médios do teor de ácido graxo palmítico em cotilédones de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), obtidos ao longo do período de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)				
Temperatura	60	120	180	220
5°C	1,070*	0,977*	0,976*	1,167*
20°C	1,074*	0,975*	0,929*	0,744*
Testemunha 1,6041				

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

*Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

QUADRO 12 - Valores médios do teor de ácido graxo esteárico em cotilédones de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), obtidos ao longo do período de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)				
Temperatura	60	120	180	220
5°C	0,690*	0,619*	0,658*	0,750*
20°C	0,696*	0,638*	0,631*	0,564*
Testemunha 1,203				

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Nos cotilédones, os ácidos graxos mostraram redução em suas concentrações ao longo do período de armazenamento na temperatura de

20°C. Na temperatura de 5°C, os ácidos graxos linoléico e oléico não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento.

As concentrações dos ácidos graxos no eixo embrionário, com exceção do ácido oléico, que permaneceu constante a 20°C, se reduziram a 5°C. Os outros ácidos detectados apresentaram redução ao longo do armazenamento em ambas as temperaturas.

Comparando os resultados, percebe-se que ocorre redução dos ácidos graxos saturados e insaturados primeiramente no eixo embrionário, independente da temperatura de armazenamento. No entanto, nos cotilédones ocorreu redução nas sementes mantidas a 5 e 20°C para os ácidos palmítico e esteárico. Para os ácidos graxos linoléico e oléico, a redução foi detectada nas sementes mantidas a 20°C, não tendo estes mesmos ácidos apresentado variação significativa na temperatura de 5°C. Segundo Smith e Berjak (1995), durante o processo de envelhecimento, ocorre aumento no teor de ácidos graxos livres, resultante da atividade lipolítica. Contudo, Bewley e Black (1994) e Araújo (1994) afirmam que a degradação peroxidativa de lipídios resulta na destruição de ácidos graxos, porque os ácidos graxos, principalmente os insaturados, são considerados o substrato inicial do processo de auto-oxidação de lipídios (Wilson e McDonald 1986). Segundo o mesmo autor, os ácidos graxos, principalmente os insaturados, são mais suscetíveis aos processos de peroxidação, resultando em incremento da permeabilidade de membrana, causando, conseqüentemente redução na germinação. Assim, a redução desses ácidos graxos poder indicar que os lipídios estariam passando por processo de peroxidação. Comparando os resultados de germinação e de condutividade elétrica com os teores de ácidos graxos encontrados nas sementes de *Caesalpinia peltophoroides*, pode-se concluir que a redução nos teores de ácidos graxos no ambiente de 20°C, tanto dos cotilédones como do eixo embrionário, pode ter interferido na redução da qualidade das sementes, uma vez que, com exceção do ácido oléico, os demais apresentaram redução significativa, juntamente com queda na porcentagem de germinação e aumento na condutividade elétrica. Contudo, no ambiente de 5°C, os ácidos graxos detectados nos cotilédones não variaram e os presentes no eixo embrionário apresentaram redução significativa ao longo do período de

armazenamento, não tendo sido observada uma relação direta com a porcentagem de germinação e a condutividade elétrica, pois, a porcentagem de germinação apresentou redução com 220 dias de armazenamento e a condutividade elétrica permaneceu constante neste período. Em seu trabalho, Francis e Coolbear (1988) encontraram redução significativa para os ácidos linoléico e palmítico, tendo o ácido linolénico permanecido constante após tratamentos de envelhecimento. Segundo os mesmos autores, a peroxidação de lipídios não foi a responsável pela deterioração das sementes de *Lypopersicon esculentum*.

Stewart et al. (1980) compararam sementes de *Glicine max* envelhecidas artificialmente e naturalmente. Em sementes envelhecidas artificialmente, os ácidos graxos saturados, esteárico e palmítico apresentaram pequena redução. No entanto, os ácidos insaturados oléico e linoléico mostraram maiores valores na redução, enquanto Priestley e Leopold, (1979) não encontraram relação entre envelhecimento acelerado e peroxidação de lipídios em sementes da mesma espécie. Borges et al. (2000) verificaram pequena redução dos ácidos graxos saturados e insaturados em sementes de *Dalbergia nigra*, após o osmocondicionamento em relação àquelas não tratadas. No entanto, não houve relação com o processo de deterioração.

Autores como Abdul-Baki e Anderson (1972) e Harrington (1972) relatam que a maioria dos danos peroxidativos ocorre durante o armazenamento, mas só são detectados durante o processo de embebição. Em sementes de *Caesalpinia peltophoroides*, houve um aumento da condutividade elétrica ao longo do período de armazenamento, no ambiente de 20°C, estando de acordo com os dados relatados pelos autores acima.

Pontes et al. (2002) observaram redução nos níveis de ácidos graxos saturados e insaturados nos embriões de sementes de *Apuleia leiocarpa* (garapa) na fase pré-germinativa, enquanto, nos cotilédones, permaneceram constantes.

Comparando os resultados obtidos neste trabalho, provavelmente a peroxidação de lipídios não seja fator fundamental na redução da viabilidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* durante o período de armazenamento a 5°C, embora tenha ocorrido redução dos ácidos nesta

temperatura. A porcentagem de germinação não apresentou redução significativa até 220 dias de armazenamento e a condutividade elétrica manteve-se constante nesta temperatura. Para as sementes armazenadas a 20°C, provavelmente a peroxidação de lipídios tenha contribuído para a redução da qualidade das sementes, pois, nesta temperatura as sementes apresentaram redução significativa da porcentagem de germinação e aumento da condutividade elétrica.

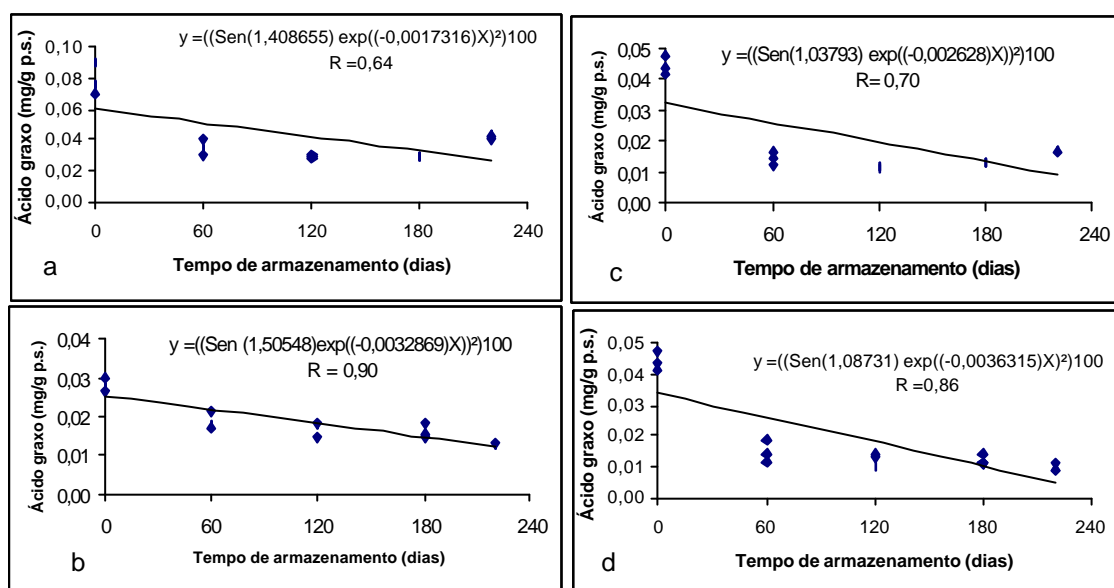


FIGURA 10 – Teor de ácidos graxos (mg/g p.s.) nos cotilédones de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth), em função do tempo de armazenamento. Ácidos palmítico (figuras a 5°C e b 20°C) e esteárico (figuras c 5°C e d 20°C).

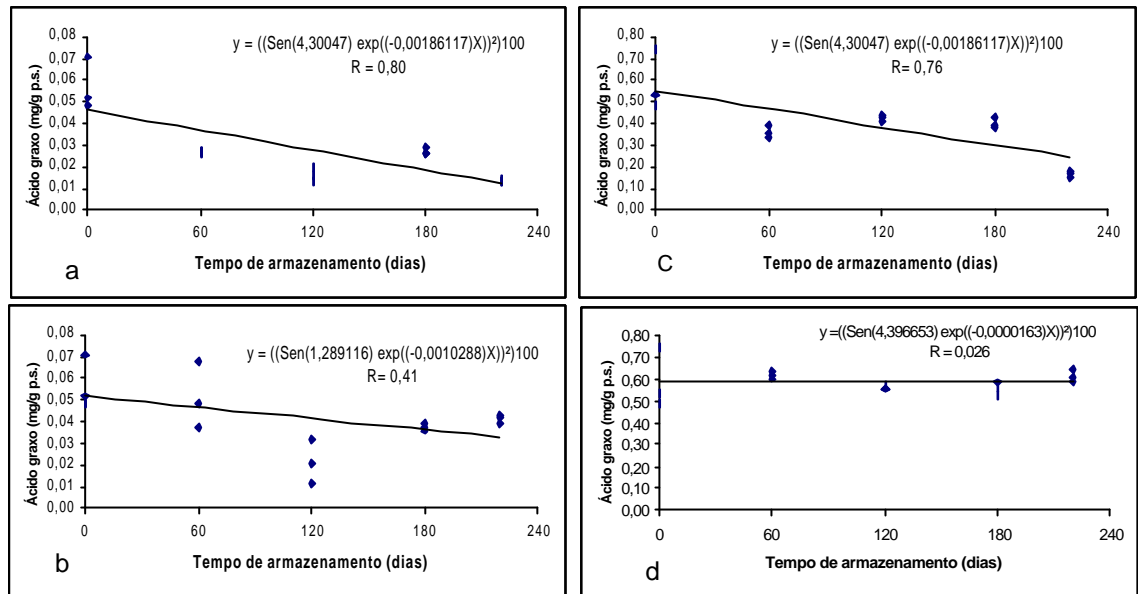


FIGURA 11 – Teor de ácidos graxos (mg/g p.s.) no eixo embrionário de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth), em função do tempo de armazenamento. Ácidos linoléico (figuras a 5°C e b 20°C) e oléico (figuras c 5°C e d 20°C).

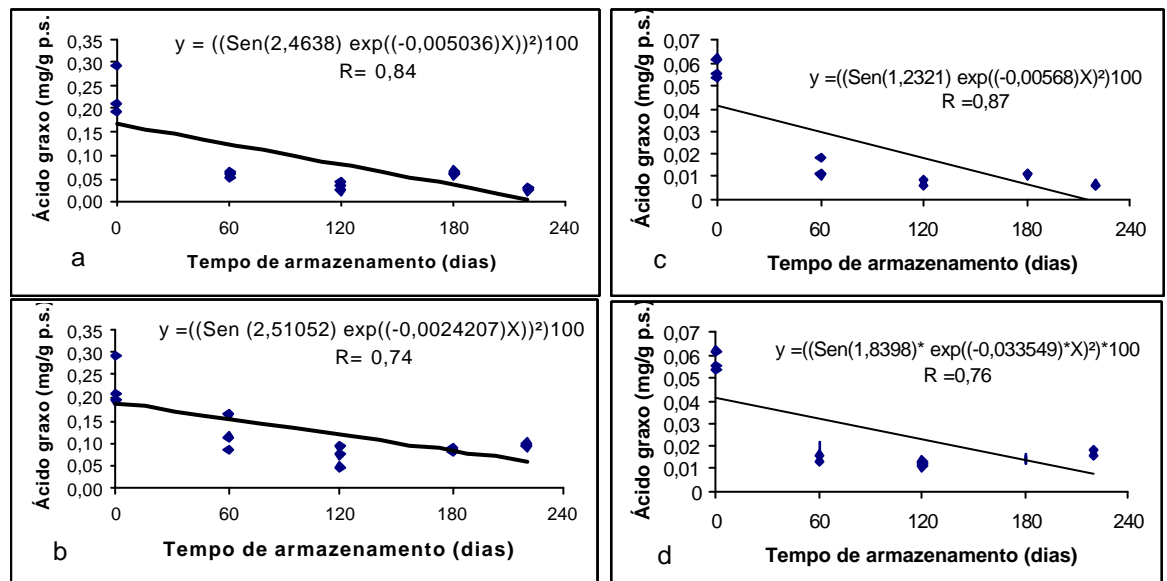


FIGURA 12 – Teor de ácidos graxos (mg/g p.s.) no eixo embrionário de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth), em função do tempo de armazenamento. Ácidos palmítico (figuras a 5°C e b 20°C) e esteárico (figuras c 5°C e d 20°C).

QUADRO 13 - Valores médios do teor de ácido graxo linoléico no eixo embrionário de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), obtidos ao longo do período de armazenamento.

	Tempo de armazenamento (dias)			
Temperatura	60	120	180	220
5°C	0,935*	0,721*	0,941*	0,667*
20°C	1,286	0,820*	1,107*	1,165*
Testemunha	1,361			

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

QUADRO 14 - Valores médios do teor de ácido graxo oléico no eixo embrionário de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), obtidos ao longo do período de armazenamento.

	Tempo de armazenamento (dias)			
Temperatura	60	120	180	220
5°C	3,445*	3,735*	3,623*	2,324*
20°C	4,499	4,292	4,285	4,484
Testemunha	4,141			

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

*Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

QUADRO 15 - Valores médios do teor de ácido graxo palmítico no eixo embrionário de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), obtidos ao longo do período de armazenamento.

	Tempo de Armazenamento (dias)			
Temperatura	60	120	180	220
5°C	1,372*	1,054*	1,411*	0,935*
20°C	1,977*	1,506*	1,676*	1,765*
Testemunha	2,753			

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

QUADRO 16 - Valores médios do teor de ácido graxo esteárico no eixo embrionário de *Caesalpinia peltophoroides* (Benth.), obtidos ao longo do período de armazenamento.

	Tempo de Armazenamento (dias)			
Temperatura	60	120	180	220
5°C	0,662*	0,488*	0,598*	0,468*
20°C	0,737*	0,635*	0,692*	0,749*
Testemunha	1,36			

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

5- RESUMO E CONCLUSÕES

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF), do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar algumas alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna) durante o armazenamento, estabelecendo relações entre essas alterações e a perda de viabilidade e vigor. As sementes utilizadas foram colhidas na região de Viçosa – MG, acondicionadas em caixas de papelão e armazenadas em câmara a 5°C e 20°C. Foram analisados os teores de água, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teores de amido e de ácidos graxos, foram analisados no eixo embrionário e nos cotilédones. Todas as análises foram realizadas em sementes sem armazenamento (testemunha).

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- A temperatura de 5°C é a mais indicada para a manutenção da qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* por até 220 dias de armazenamento.

- O teste de condutividade elétrica mostrou redução na permeabilidade das membranas celulares, provavelmente, devido à temperatura do ambiente de armazenamento (20°C), visto que nas sementes mantidas a 5°C, a condutividade elétrica permaneceu constante.

- O período de 24, 48 e 72 horas de envelhecimento promoveu redução da viabilidade e do vigor das sementes ao longo do armazenamento.

- O teor de amido nos cotilédones apresentou redução significativa a partir dos 60 dias de armazenamento em ambas as temperaturas. No eixo embrionário, o teor de amido mostrou um aumento na temperatura de 5°C e uma redução na temperatura de 20°C.

- Dos ácidos graxos presentes no eixo embrionário, com exceção do oléico, que permaneceu constante, os demais apresentaram redução em ambas as temperaturas (5 e 20°C). O teor de ácidos graxos presentes nos cotilédones apresentou redução na temperatura de 20°C e aumento na temperatura de 5°C, com exceção do ácido oléico, que permaneceu constante.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seed. In: KOSLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972, v.1, 416p.

AGUIAR, A.V.; SILVA, J.M.; BORTOLOZO, F.R.; MORAES, M.L.T.; SÁ, M.E.; CHAVES, L.J.; POLIZELI, M.L.T.M. Características bioquímicas das sementes de *Astronium fraxinifolium* Shott colhidas em duas épocas diferentes. **Informativo ABRATES**, v.11, n. 2, p. 263 ,2001.

ALBUQUERQUE, M.C.F.E.; MORO, F.V.; FAGIOLI, M; RIBEIRO, M.C. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revistas Brasileira de Sementes**, v.23 n.1, p. 1-8, 2001.

ANDRADE JÚNIOR, M.A. **Sementes de copaíba (*Copaifera officinalis* L. – Caesalpinaceae): uma abordagem autoecológica, fisiológica e tecnológica**. 1998. 114p.. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Amazonas/INPA. Manaus – AM.

ARAÚJO, J.M.A. **Oxidação de lipídios**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 22p.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.

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

BLANCHE, C.A.; HODGES, J.D.; GOMEZ, A.E. Seed chemistry of the tropical tree *Vochysia hondurensis* Sprague. **Forest Science**, v.37, n.3, p. 949-952, 1994.

BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; BUCKRIDGE, M.S. Alterações nas composições de carboidratos e de ácidos graxos em sementes de

Jacarandá-da-bahia osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.1, p. 10-16, 2000.

BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Alterações fisiológicas em sementes de jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n.1, p.9-12, 1992.

BORGES, E.E.L.;MORAES, G.H.K., CÂNDIO,J.F., REIS,F.P.; SILVA, D. Mobilização de reserva em sementes de angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth) e armazenamento em diferentes recipientes e condições de ambientes. **Revista Árvore**, v. 15, n.2, p. 126-136, 1991.

BOTEZELLI, L. **Estudos do armazenamento de sementes de quatro procedências de baru, *Diperyx alata* Vogel**. 1998. 1156p.. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Revista Cerne**, v.16, n.1, p. 9-18, 2000.

BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM,C.A. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, v.11,n.1,p.10-15, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma agrária. **Regras para análise de sementes DNPV – DISEM**, 1992, 365p.

CARNEIRO, J.G.A. **Armazenamento de sementes florestais**. Curitiba: FUPEF série técnica, n.14,1985. 35p.

CARNEIRO,J.G.A.; AGUIAR,I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR,I.B.; PIÑA-RODRIGUES,F.C.M., FIGLIOLIA,M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993, p.129-134.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal - SP: Funep, 2000, 588p.

CARVALHO,N.M.O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO,N.M.**Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal - SP: FUNEP, 1994, p. 1-30.

CHIU, K.Y.; WANG, C.S.; SUNG, J.M. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging and hydration of watermelon seeds differing in ploidy. **Physiologia Plantarum**, v. 94, p. 441-446, 1995

CLATTERBUCK, W.K.; BONNER, F.T. Utilisation of food reserves in *Quercus* seed during storage. **Seed Science e Technology**, v.13, p. 121-128, 1985.

CORVELLO, W.B.V., VILLELA, F.A., NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Época de colheita e armazenamento de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p. 28-34, 1999.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, p. 427-452, 1973.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, v.5, n.1, p.26-36, 1995a.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: II. Lixiviação de potássio. **Informativo ABRATES**, v.5, n.1, p.37-41, 1995b.

DRAPER, N.R., SMITH, H. **Applied Regression Analysis**. USA: John Wiley and Sons, 1981, 709p.

EICHELBERGER, L.; MAIA, M.S.; PESKE, S.T.; MORAES, D.M. Composição química de sementes de azevém em resposta ao retardamento da secagem e ao armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p. 693-701, 2002.

ESPINDOLA, L.S.; NOIM, M.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Cellular and metabolic damage induced by desiccation in recalcitrant *Araucária angustifolia* embryos. **Seed Science Research**. v.4, p. 193-201, 1994.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.D.J.G.A. Influência do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hill. **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p. 249, 2001.

FANTI, S.C.; PERES, S.J.G.A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenanthera pavonina* L – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n. 2, p.135-141, 1999.

FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A.; AGUIAR, I.B.; PERECIN, D. Conservação de sementes de *Cariniana estrellensis* Kuntze em diferentes condições de acondicionamento e armazenamento. **Revista Árvore**, v.24, n.4, p.361-368, 2000.

FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A.; JARDIM, D.C.P.; IWANE, M.S.S. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. **Silvicultura São Paulo**, São Paulo, revista do instituto florestal – Brasil, v. 20/22, 1986/88. 55p.

FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A.; AGUIAR, I.B. Conservação de sementes de *Diptychandra aurantiaca* (Mart.) Tul. (Olinho), Caesalpinaceae, em diferentes

ambientes de armazenamento. **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p 260, 2001.

FIRMINO, J. L.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS, B.G. Utilização de alguns testes de viabilidade e vigor e composição química em sementes de cerejeira (*Amburana acrena* (Ducke) A. C. Smith). **Revista Árvore**, v. 19, n.3, p.286-292, 1995.

FLOOD, R.G.; SINCLAIR, A. Fatty acid analysis of aged permeable and impermeable seeds of *Trifolium subterraneum* (subterranean clover). **Seed Science and Technology**, v. 9, p.475- 477, 1981.

FRANCIS, A.; COOLBEAR, P. Changes in the fatty acid content of the polar lipid fraction of tomato seeds induced by ageing and or subsequent low temperature pre-sowing treatment. **Seed Science and Technology**, v. 16, n.1, p.87-95, 1988.

FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; CECON, P.R.; REIS, M.S.; DIAS, L.A.S. Storability of cotton seeds predicted by vigour test. **Seed Science and Technology**, v. 30, p.403- 410, 2001.

GARCIA, S.L.R. **Curso de Estatística Experimental** – Faculdade de Viçosa, Viçosa, p. 227- 233, 2001.

GARCIA, L.C.; NOGUEIRA, D.C.A.; ABREU, D.C.A. Comportamento de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan. Mimosaceae submetidas ao envelhecimento acelerado. **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p 261, 2001.

GEMAQUE, R.C.R. **Maturação, tolerância à dessecação e alterações na qualidade de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) envelhecidas artificialmente**. Lavras: UFLA, 1999, 93p. (Dissertação de Mestrado).

HAMMAN, B.; HALMAJAN, H.; EGLI, D.B. Single seed conductivity and seedling emergence in soybean. **Seed Science and Technology**, v. 29, p. 575-586, 2001.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOSLOWSKI, T.T. *Seed Biology*. New York: Academic Press, v. 1, 1972. 416p.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. The survival of germination orthodox seed after desiccation and hermetic storage. **Journal of Experimental Botany**. v. 43, n. 247, p. 239-247, 1992.

KALPANA, R.; RAO, M. K.V. Absence of the role of lipid peroxidation during accelerated ageing of seeds of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) seeds. **Seed Science and Technology**. v. 22, p. 253-260, 1994.

- KALPANA, R.; RAO, M. K.V. On the ageing mechanism in piogenpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) seeds. **Seed Science and Technology**. v. 23, p. 1-9, 1995.
- KRYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, v.11, n.3, p.81-84, 2001.
- LEÓN-LOBOS, P.; ELLIS, R.H. Seed storage behaviour of *Fagus sylvatica* and *Fagus crenata*. **Seed Science Research**, v.12, p. 31-37, 2002.
- LIN, T.P.;HUANG,N.H. The relationship between carbohydrate composition of some tree and their longevity. **Journal of Experimental Botany**, v.45, n. 278, p. 1289-1294, 1994.
- LOPES, L.J.C. Efeito do armazenamento sobre a germinação, vigor, teor de lipídios e peróxidos em sementes de *Phaseolus vulgaris*. **Informativo ABRATES**, v.1, n.4, p. 18,1991.
- LORENZI, H. *Caesalpinia peltophoroides* Benth. In: **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992, p. 148.
- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In VIEIRA, R.D., CARVALHO,N.M.**Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p. 133-150.
- MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook on Agriculture**, v. 14, n.2, p. 19-23, 1985.
- MELLO, C.M.C.; EIRA, M.T.S. Conservação de sementes de jacarandá mimoso (*Jacarandá acutifólia* Humb e Bonpl.) – Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.193-196, 1995.
- MONERRI, C.; GARCIA-LUIS, A.; GUARDIOLA, J.L. Sugar and starch changes in peã cotyledons during germination. **Physiology Plantarum**. v. 67,p. 49-54, 1986.
- NODARI, R.O.; FANTINI,A.C., GUERRA,M.P.; REIS,M.S.; SCHUCH, O. Conservação de frutos e sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Matius) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**, v.22, n.1, p.1-10, 1998.
- PASSOS, L.P. **Growth and water status responses of mung bean (*Vigna mungo* L.) and other dicot species to osmotic stress**. Tucson: University of Arizona, 1989. 108p. Thesis (Ph.D.) – University of Arizona, 1989.
- PAULA, N.F. de **Alterações fisiológicas em sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) durante o armazenamento**. Viçosa: UFV, 1997, 52p. (Dissertação de Mestrado).

PEARCE, R.S.; SAMAD, I.D. Change in fatty content of polar lipids during ageing of seed of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Experimental Botany**, v. 31, n. 124, p. 1283-1290, 1980.

PÉREZ, M.A.; ARGUELLO, J.A. Deterioration in peanut (*Arachis hypogaea* L. cv. Florman) seeds under natural and accelerated aging. **Seed Science and Technology**, v. 23, p. 439-445. 1995.

PINTO, M.M., SADER, R. e BARBOSA, J.M. Influência do tempo de secagem e do armazenamento sobre a viabilidade das sementes de ipê-rosa. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 8, n.1, p.37-47, 1986.

PONTES, C.A.; BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; SOARES, C.P.B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleja leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.593-601, 2002.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura-AGIPLAN, 1985, 289p.

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **J. Seed Technology**, Lansing, v. 10, n. 2, p. 81-100, 1986

PRIESTLEY, D.A.; LEOPOLD, A.C. Absence of lipid oxidation during accelerated ageing of soybean seeds. **Plant Physiology**, v.63, p.726-729, 1979.

REIS, A.M.M.; CUNHA, R. Efeito do congelamento sobre a viabilidade de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. com diferentes conteúdos de umidade. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. v. 32, n.10, p. ,1997

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

ROBERTS, E.H.; KING, M.W. The characteristics of recalcitrant seed. In: CHIN, H.F. e ROBERTS, E.H. **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. 152p.

SANTOS, R.C.A.; SAMPAIO, L.S.V.; COSTA, J.A. Condição ambiental, teor de água e embalagem na viabilidade e no vigor de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.194-202, 1999.

SASSAKI, R.M.; FELIPPE, G.M. Viabilidade de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.15, n.1, p.1-3, 1992.

SEBER, G.A.F. **Linear Regression Analysis**. USA: John Willey and Sons, 1977, 465p.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1990, 165p.

SILVA, J.B.; NAKAGAWA, J. Estudo de fórmulas para cálculos da velocidade de germinação. **Informativo ABRATES**, v.5, n. 1, p. 62-73, 1995.

SMITH, M.T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of storage desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: KIMJEL, Y.; GOLILI, G. **Seed Development and germination**, New York: Marcel Dekker Inc., 1995. 853p.

STEWART, R.R.C.; BEWLEY, J.D. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean. **Plant Physiology**, v. 65, p. 245-248, 1980.

THAPLYAL, R.C.; CONNOR, K.F. Effects of accelerated ageing on viability, leachate exudation, and fatty acid content of *Dalbergia sissoo* Roxb. seeds. **Seed Science and Technology**, v. 25, p. 311-319, 1997.

VARELA, V.P.; FAÇANHA, J.G.V. Secagem de sementes de cumaru: influência sobre a germinação e vigor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.9/10, p. 959-963, 1987.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal - SP: FUNEP, 1994, p. 103-132.

VIEIRA, R.D., PENARIO, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p. 1333-1338, 2002.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal - SP: FUNEP, 1994, p. 49-86.

WEISBERG, S. **Applied linear regression**. USA: John Willey and Sons, 1985, 324p

WILSON, D.O.JR.; MCDONALD, M.B. JR. The lipid peroxidation model of seed ageing. **Seed Science and Technology**, v.14, n.2, p. 269-300, 1986.

WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical test for seed vigor. **Seed Science and Technology**, v.1, p. 127-57, 1973.

ANEXOS

QUADRO 1A - Resumo da análise de variância para os testes de porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Condutividade elétrica (C. E.) e teor de água(T.U), registrados durante o período de armazenamento.

FV	QM				
	G.L	G ¹	IVG ¹	C.E.	T.U.
Fator A	1	69,78 ^{ns}	1,55*	0,000619*	101,35*
Fator B	3	48,93 ^{ns}	1,01*	0,000115*	0,804*
AxB	3	8,37 ^{ns}	0,016 ^{ns}	7,14E-05*	0,993*
FxTestemunha	1	147,37*	0,89 ^{ns}	5,75E-07 ^{ns}	0,013 ^{ns}

¹ Dados transformados em $ArcSen \sqrt{x/100}$

* F significativo a 5% de probabilidade

ns F não-significativo a 5% de probabilidade

A Temperatura de armazenamento

B tempo de armazenamento (dias)

QUADRO 2A - Resumo da análise de variância para os testes de porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) após envelhecimento acelerado por 24, 48 e 72horas, ao longo do período de armazenamento.

FV	QM						
	G.L	Germinação			IVG		
		24h ¹	48h ¹	72h ¹	24h ²	48h ²	72h ²
Fator A	1	1,2274	0,6616	0,5955	0,0605*	0,0536 ^{ns}	0,0053 ^{ns}
Fator B	3	2,6564	1,6580	0,4684	0,1092*	0,0432 ^{ns}	0,0396 ^{ns}
AxB	3	0,4661	0,3044	0,2688	0,0046 ^{ns}	0,00432 ^{ns}	0,0400 ^{ns}
FxTestemunha	1	3,8699	15,7516	115,64	0,1890*	8,5260*	7,1614*

¹Dados transformados pela função $\sqrt{x+0,5}$

²Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* F significativo a 5% de probabilidade

ns F não-significativo a 5% de probabilidade

A Temperatura de armazenamento

B tempo de armazenamento (dias)

QUADRO 3A - Resumo da análise de variância para os testes de teor de amido, no eixo embrionário (EMB) e cotilédone(COT), durante o período de armazenamento.

FV	G.L	QM	
		EMB ¹	COT ¹ .
Fator A	1	0,0850*	0,4602*
Fator B	3	0,0477*	0,0917*
AxB	3	0,0063ns	0,0436*
FxTestemunha	1	0,0018ns	0,9984*

¹Dados transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$

* F significativo a 5% de probabilidade
 ns F não-significativo a 5% de probabilidade
 A Temperatura de armazenamento
 B tempo de armazenamento (dias)

QUADRO 4A - Resumo da análise de variância para os parâmetros de ácido graxo, palmítico (PAL), esteárico (EST), oléico (OLE) e linoléico (LIN) nos cotilédones, registrados durante o período de armazenamento.

FV	G.L	QM			
		PAL ¹	EST ¹	OLE ¹	LIN ¹
Fator A	1	0,0851*	0,0133*	0,5347*	0,0563*
Fator B	3	0,0118 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,0964 ^{ns}	0,0103 ^{ns}
AxB	3	0,0659*	0,0135*	0,6291*	0,0914*
FxTestemunha	1	1,0037*	0,7997*	0,0299 ^{ns}	0,0929*

¹Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* F significativo a 5% de probabilidade
 ns F não-significativo a 5% de probabilidade
 A Temperatura de armazenamento
 B tempo de armazenamento (dias)

QUADRO 5A - Resumo da análise de variância para os parâmetros de ácidos graxo, palmítico (PAL), esteárico (EST), oléico (OLE) e linoléico (LIN) no eixo embrionário, registrados durante o período de armazenamento.

FV	QM				
	G.L	PAL	EST	OLE	LIN
Fator A	1	1,7305*	0,1336*	7,3597*	0,4657*
Fator B	3	0,1959*	0,0205*	0,5018*	0,1284*
AxB	3	0,0861*	0,0128*	0,8070*	0,0492*
FxTestemunha	1	4,4506*	1,4398*	0,2471*	0,4382*

Dados transformados pela função $ArcSen \sqrt{x/100}$

* F significativo a 5% de probabilidade

ns F não-significativo a 5% de probabilidade

A Temperatura de armazenamento

B tempo de armazenamento (dias)