

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES de *Psidium cattleianum* Sabine ACONDICIONADAS E ARMazenADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES¹

ANTONIO DA SILVA², SONIA CRISTINA JULIANO GUALTIERI DE ANDRADE PEREZ³,
RINALDO CÉSAR DE PAULA⁴

RESUMO - Sementes de *Psidium cattleianum* foram acondicionadas em embalagens permeável, semipermeável e impermeável e armazenadas em ambiente não controlado, câmara seca e câmara fria por 1.107 dias, com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica. Desde o início do armazenamento das sementes, e após cada período de 123 dias, foram avaliados o teor de água, a porcentagem e o índice de velocidade de germinação e a condutividade elétrica da solução de imbebição. Nos testes de germinação e de condutividade elétrica, as sementes foram previamente imersas em ácido sulfúrico durante 25 minutos, depois lavadas em água corrente e em água destilada. As sementes foram colocadas para germinar, entre vermiculita, na temperatura alternada de 20-30 °C, sob lâmpadas fluorescentes brancas, com fotoperíodo de 8 horas. O acondicionamento das sementes em embalagem impermeável e o armazenamento em ambiente natural de laboratório ou em câmara seca, bem como o acondicionamento em embalagem semipermeável e armazenamento em câmara fria, são adequados para a conservação das sementes durante 1.107 dias.

Termos para indexação: araçá, semente florestal, conservação, germinação, condutividade elétrica.

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF *Psidium cattleianum* SABINE SEEDS UNDER DIFFERENT PACKING AND STORAGE CONDITIONS

ABSTRACT - *Psidium cattleianum* seeds were packed in permeable, semipermeable and impermeable bags and stored under normal laboratory conditions in both dry and cold chambers for 1,107 days to evaluate the physiological quality. Moisture content, percentage germination, germination speed rate and electrical conductivity of the imbibition solution were evaluated every 123 days after the beginning of storage. In the germination and electrical conductivity tests, the seeds were previously immersed in sulphuric acid for 25 minutes, then washed in flowing tap water and in distilled water. The seeds were placed in vermiculite to germinate at an alternated temperature of 20-30 °C, under white fluorescent lamps with an eight-hour photoperiod. Those seeds packed in an impermeable bag and stored under normal laboratory conditions or in a dry chamber, as well as packed in a semipermeable bag and stored in a cold chamber, could be stored for 1,107 days.

Index terms: araçá, forest seed, conservation, germination, electrical conductivity.

¹Submetido em 11/04/2010. Aceito para publicação em 16/08/2010. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada ao PPG em Ecologia e Recursos Naturais da UFSCar;

²Biólogo, Dr., Pesquisador do Instituto Florestal, Seção de Silvicultura, Caixa Postal 1322, CEP: 01059-970. São Paulo, SP, asilva@if.sp.gov.br.;

³Bióloga, Doutora, Professora Adjunta, Departamento de Botânica, UFSCar, Via Washington Luiz, km 235, Caixa Postal 676, CEP: 13565-905. São Carlos, SP, dscp@ufscar.br;

⁴Eng Florestal, Dr., Professor Adjunto, Departamento de Produção Vegetal, UNESP/FCAV, CEP: 14884-900. Jaboticabal, SP, rcapaula@fcav.unesp.br.

INTRODUÇÃO

Psidium cattleianum Sabine, da família Myrtaceae, é uma espécie de Mata Atlântica, com altura de três a seis metros, conhecida popularmente por araçá e ocorre desde a Bahia até o Rio Grande do Sul (Legrand e Klein, 1977; Lorenzi, 1992). Os frutos são muito apreciados pela avifauna e, quando maduros, são amarelos, ricos em vitamina C e sacarina. A polpa é suculenta de sabor doce-ácido, agradável, podendo ser consumida *in natura* pelo homem ou utilizada na fabricação de refrescos, sorvetes, licores e doces. A casca da árvore possui tanino e a raiz apresenta propriedades anti-diuréticas (Pio Correa 1984; Lorenzi et al., 2006; Suguino et al., 2006).

Pelo potencial econômico da espécie é importante conhecer o comportamento das sementes durante o armazenamento, uma vez que, informações obtidas em literatura quanto à conservação das sementes são inexistentes. A deterioração das sementes é um processo que se inicia a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, reduzindo a qualidade e culminando com a morte da semente (Marco Filho, 2005). Isto implica que as sementes após colheita e até serem utilizadas para sementeira, devem ser armazenadas visando minimizar o máximo o processo de deterioração (Carneiro e Aguiar, 1993).

A viabilidade das sementes durante o armazenamento depende de vários fatores (Carvalho e Nakagawa, 2000). Primeiramente, a respiração das sementes deve ser mantida em um nível mínimo, apenas o suficiente para mantê-las vivas, mas em taxas suficientemente baixas para evitar o consumo de reservas e a oxidação degenerativa (Fowler, 2000). Um fator que contribui para isso é a redução da temperatura que diminui o metabolismo da semente, conseqüentemente isso auxiliará no controle da diminuição da proliferação de microrganismos, o que favorece a viabilidade das sementes (Barbedo et al., 2002). Estes microrganismos serão mais bem controlados, se as sementes mantiverem baixo teor de água, que pode ser mantidas com a redução da umidade relativa do ambiente de armazenamento (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Outro fator a ser considerado também para conservação das sementes é o tipo de embalagem, a qual deve ser definida pela natureza de permeabilidade à água, conforme a maior ou menor facilidade para as trocas de vapor de água entre as sementes e a atmosfera

do ambiente onde estão armazenadas (Marcos Filho, 2005). A constituição da embalagem, a temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenamento, geralmente são considerados os fatores mais importantes para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes, quando utilizados corretamente (Smith e Berjak, 1995).

Sementes de espécies florestais quando acondicionadas em embalagens de diferentes permeabilidades e armazenadas em diferentes ambientes, podem apresentar o mesmo comportamento germinativo. Sementes de *Tabebuia heterophylla*, acondicionadas em embalagem impermeável, apresentaram comportamento típico das classificadas como ortodoxas, durante o armazenamento em ambientes frio (T=5 °C; UR=85%), seco (T=21 °C; UR=45%) e não controlado com temperatura média mensal de 16 a 24 °C e umidade relativa do ar de 70 a 85% (Silva et al., 2001). Sementes de *Cariniana estrellensis* armazenadas nestas mesmas condições e acondicionadas em embalagens permeável, semipermeável e impermeável apresentaram esse mesmo comportamento (Figliolia et al., 2000).

A qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento pode ser avaliada pelo teste de germinação e de vigor, os quais refletem atributos diferentes. No teste de germinação, avalia-se a porcentagem final e procura-se determinar se a semente está viva ou morta (Nakagawa, 1999; Carvalho e Nakagawa, 2000). No teste de vigor avalia-se a integridade do sistema das membranas celulares, que estimam o vigor das sementes, e permite que a deterioração seja constatada em sua fase inicial (Marcos Filho, 1999). O teste de condutividade elétrica relaciona a quantidade de substâncias liberadas pelas sementes durante a embebição, com a integridade das membranas, uma vez que, membranas mal estruturadas, desorganizadas e danificadas caracterizam redução do vigor (Vieira e Krzyzanowski, 1999), que conseqüentemente ocorre perda de íons para o meio externo incluindo íons inorgânicos (K⁺, Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, Mn⁺²), bem como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas e enzimas (Marcos Filho, 2005).

Dessa forma, estudar a conservação de sementes de espécies florestais é de grande relevância, por falta de informações que são peculiares para cada espécie. Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Psidium cattleianum*, durante 1.107 dias, em diferentes

embalagens e ambientes de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Colheita, extração e secagem: os frutos de *Psidium cattleianum* foram colhidos de 45 matrizes em 11 de abril de 2003, em uma área de floresta natural pertencente ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo, no Núcleo Curucutu, da Serra do Mar, entre as coordenadas geográficas 23°47' S e 46°43' W e altitude média de 800 m. O solo é classificado como Latosol Vermelho Amarelo-fase rasa e Solos Hidromórficos (Ventura et al., 1965/66).

Os frutos, apresentando coloração amarela, foram recolhidos do chão após agitar os galhos, balançando três vezes cada matriz. Em seguida foram acondicionados em sacos de plástico impermeável e encaminhados ao Laboratório de Sementes do Instituto Florestal. As sementes foram extraídas manualmente pressionando-se os frutos contra as malhas da peneira, sob água corrente de torneira para a eliminação da polpa. Depois, as sementes foram colocadas sobre papel toalha durante um dia para secagem superficial e, posteriormente, em uma peneira, a qual foi mantida à sombra durante dois dias.

Qualidade fisiológica inicial: as sementes foram homogeneizadas manualmente e acondicionadas em embalagem de plástico impermeável e armazenadas em câmara fria ($T=3\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{UR}=85\%$) durante 28 dias. Decorrido esse período, foi retirada uma amostra de quatro repetições de 50 sementes para a determinação do teor de água, em estufa a $105 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas (Brasil, 1992).

As sementes utilizadas para o teste de germinação foram previamente imersas em ácido sulfúrico concentrado durante 25 minutos, depois lavadas em água corrente durante duas horas e em água destilada por três vezes, durante um minuto. Nos testes foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, semeadas entre vermiculita esterilizada, em caixas de plástico de 11 x 11 x 3,5 cm com tampa, contendo cada uma 35 g de substrato, a uma profundidade de cerca de 2 mm, os quais foram umedecidos com 70 mL de água destilada e mantidos sempre úmido até o seu encerramento. Os testes foram mantidos em germinador tipo B.O.D. sob temperatura de 20-30 °C, com fotoperíodo de 8 horas. Os resultados de germinação foram expressos em porcentagem e índice de velocidade de germinação, sendo este último, calculado conforme Maguire (1962) citado por Borghetti e Ferreira (2004).

As contagens das sementes germinadas foram feitas diariamente, até o encerramento do teste aos 123 dias, quando todas as sementes já haviam germinado, ou quando as remanescentes se apresentavam deterioradas. Foi considerada germinada, a semente que apresentou a protrusão da raiz primária igual ou superior a 2,00 mm de comprimento (Borghetti e Ferreira, 2004).

Condutividade elétrica: as sementes foram imersas em ácido sulfúrico como descrito anteriormente para o teste de germinação. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, previamente pesadas, em quatro copos de plástico com capacidade para 200 mL cada um, contendo 75 mL de água deionizada por unidade. Os copos foram mantidos na temperatura constante de 25 °C, no escuro, dentro de uma câmara incubadora do tipo B.O.D. (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Barbedo e Cicero (1998) utilizaram o intervalo de leitura da condutividade elétrica, em sementes de *Inga uruguensis* incubadas a 25 °C durante 24 horas. Neste estudo, pelo fato das sementes serem previamente escarificadas, foram incubadas durante 20 e 24 horas. Após esse período, a solução de embebição juntamente com as sementes foi agitada levemente. Em seguida foi efetuada a leitura dos lixiviados, utilizando-se o condutivímetro de bancada, modelo D31-U6b, com precisão de 0,05%. Os valores obtidos foram divididos pela massa das sementes e expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (Piña-Rodrigues et al., 2004).

Qualidade fisiológica durante o armazenamento: as sementes foram novamente homogeneizadas como no processo anterior. Em seguida, acondicionadas em embalagens permeável (polietileno), semipermeável (náilon-polietileno) e impermeável (papel-polietileno-alumínio-polietileno), contendo a quantidade de semente para a determinação do teor de água, testes de germinação e condutividade elétrica. Depois, as embalagens foram termosoldadas e armazenadas em câmara seca ($T=21\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{U.R.}=45\%$), câmara fria ($T=3\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\text{U.R.}=85\%$) e em ambiente natural de laboratório (temperatura e umidade relativa variável), sendo que, a Estação Meteorológica do Instituto Florestal, que fica cerca de 100 m deste local, registrou temperatura máxima variável de 20 a 30 °C, a mínima de 10,9 a 19,7 °C e umidade relativa entre 70,6 a 93,7%.

As sementes foram avaliadas, seguindo os mesmos procedimentos dos testes anteriores, com intervalo de 123 dias até 1.107 dias de armazenamento. Antes da avaliação da umidade, germinação e condutividade elétrica das sementes, as embalagens foram retiradas dos ambientes de

armazenamento e mantidas sobre bancada, em ambiente natural de laboratório, durante 12 horas.

Os dados de porcentagem de germinação e de teor de água foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors (Cruz, 2001) e por não apresentarem normalidade foram transformados em arco seno ($\sqrt{G/100}$) e em \sqrt{X} , respectivamente. Em seguida, foram submetidos à análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento. As parcelas foram representadas pela combinação embalagem-ambiente de armazenamento e as subparcelas pelos períodos de armazenamento. Como a interação, embalagens x ambientes x períodos de armazenamento foi significativa para todas as características analisadas, procedeu-se ao desdobramento da interação por análise de regressão polinomial, até terceiro grau, para cada combinação embalagem-ambiente de armazenamento, em função dos períodos de armazenamento. A equação escolhida correspondeu à de maior grau que se ajustou melhor aos dados, com significância estatística dos seus coeficientes, pelo teste t a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram processadas no Programa ESTAT, versão 2.0 (Estat, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de água, germinação e índice de velocidade de germinação: por ocasião do acondicionamento, as sementes de *Psidium cattleianum* apresentavam teor de água de 7,1%. Em ambiente natural de laboratório, aos 1.107 dias de armazenamento, as sementes da embalagem permeável apresentaram teor água constantes, decrescendo em câmara seca e aumentando em câmara fria, influenciada pela umidade relativa dos ambientes quente e frio, respectivamente (Figura 1).

Quando as sementes foram acondicionadas em embalagem impermeável, armazenadas em ambiente natural de laboratório e câmara seca, os valores de teor de água foram semelhantes e com pouca oscilação, mas em ambiente de câmara fria, houve um acréscimo do teor de água durante 1.107 dias de armazenamento.

As sementes que estavam acondicionadas em embalagem semipermeável, em ambiente natural de laboratório e câmara fria, ocorreram mais oscilações do teor de água do que aquelas que permaneceram em câmara seca que se mantiveram constante durante o armazenamento. De modo geral, as sementes armazenadas em câmara fria mantiveram-se com maior teor de água do

que as sementes que estavam em câmara seca e ambiente não controlado.

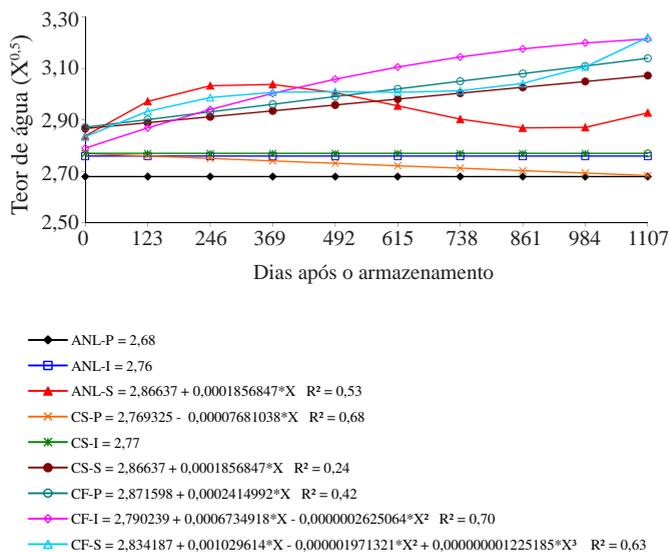


FIGURA 1. Teor de água de sementes de *Psidium cattleianum*, acondicionadas em embalagem permeável(P),impermeável(I)semipermeável (S), armazenadas em ambiente natural de laboratório (ANL), câmara seca (CS) e câmara fria (CF) por diferentes períodos.

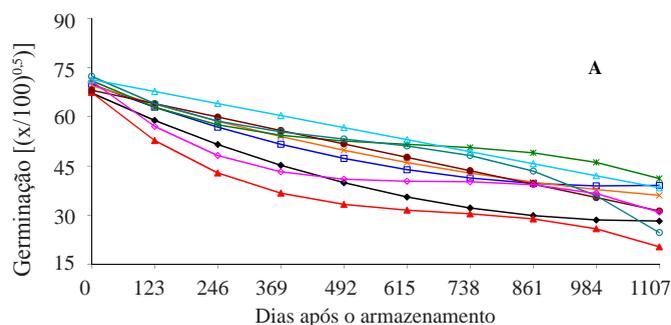
Considerando os diferentes períodos de armazenamento, foi observado que, a umidade relativa do ambiente natural de laboratório, foi suficiente para manter estável o teor de água das sementes quando acondicionadas em embalagem permeável, não ocorrendo troca de água entre as sementes.

Em ambiente de câmara fria, esperava-se que, o teor de água das sementes da embalagem impermeável fosse constante porque nesse tipo de embalagem, não ocorre alterações do teor de água do meio externo para o interior da embalagem. Segundo Bonner (1978) sementes quando acondicionadas neste tipo de embalagem, as trocas gasosas devem ocorrer devido à taxa alta de respiração das sementes, já que a restrição da entrada e saída de gases do interior da embalagem pode intensificar a deterioração das sementes e conseqüentemente causar sua morte, que devido a esses fatores, deve ter ocorrido aumento

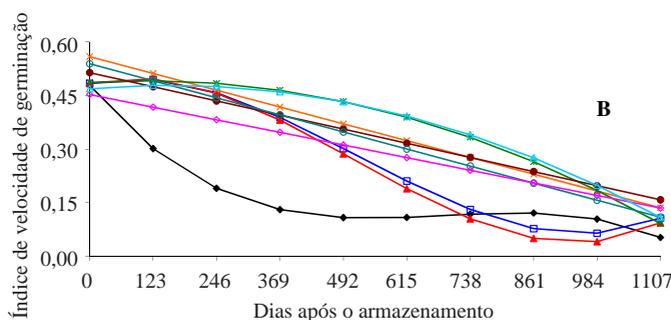
do teor de água das sementes durante o armazenamento. O comportamento das sementes quanto ao teor de água, também está de acordo com as considerações apresentadas por Zanon e Ramos (1986), Carneiro e Aguiar (1993) e Aguiar (1995).

Quanto à porcentagem de germinação das sementes de *Psidium cattleianum*, verificou-se que, as sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório, em

embalagens semipermeáveis e permeáveis, apresentaram menor germinação durante o período de armazenamento, sendo mais acentuado, quando se utilizou a embalagem semipermeável. As sementes mantidas em embalagem impermeável apresentaram maior germinação do que nas demais embalagens aos 1.107 dias de armazenamento (Figura 2A).



ANL-P = 67,27841 - 0,0719523*X + 0,00003311796*X² R² = 0,90
 ANL-I = 69,9425 - 0,06049874*X + 0,0000294625*X² R² = 0,94
 ANL-S = 67,47479 - 0,141802*X + 0,0001930455*X² - 0,00000009340282*X³ R² = 0,88
 CS-P = 69,55977 - 0,04817766*X + 0,00001618029*X² R² = 0,95
 CS-I = 71,048881 - 0,07938271*X + 0,0001156083*X² - 0,00000006166136*X³ R² = 0,93
 CS-S = 68,11636 - 0,03326805*X R² = 0,90
 CF-P = 72,38794 - 0,08269705*X + 0,0001313999*X² - 0,00000008636975*X³ R² = 0,95
 CF-I = 70,95276 - 0,136525*X + 0,0002040706*X² - 0,0000001024323*X³ R² = 0,96
 CF-S = 71,38409 - 0,02981769*X R² = 0,90



ANL-P = 0,4781434 - 0,001744773*X + 0,000002651151*X² - 0,000000001284481*X³ R² = 0,98
 ANL-I = 0,4834545 + 0,0003210458*X - 0,000002050547*X² + 0,000000001312927*X³ R² = 0,97
 ANL-S = 0,4849685 + 0,0003453468*X - 0,000002233896*X² + 0,000000001447847*X³ R² = 0,93
 CS-P = 0,5585455 - 0,0003817443*X R² = 0,92
 CS-I = 0,4862955 + 0,0000894155*X - 0,0000004024731*X² R² = 0,96
 CS-S = 0,5136818 - 0,000321015*X R² = 0,94
 CF-P = 0,5385 - 0,0003875339*X R² = 0,92
 CF-I = 0,4524091 - 0,000286647*X R² = 0,93
 CF-S = 0,4686364 + 0,0001270633*X - 0,0000004081064*X² R² = 0,94

FIGURA 2. Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B) de sementes de *Psidium cattleianum*, acondicionadas em embalagem permeável (P), impermeável (I) e semipermeável (S), armazenadas em ambiente natural de laboratório (ANL), câmara seca (CS) e câmara fria (CF) por diferentes períodos.

Em câmara seca, as sementes acondicionadas em embalagens permeáveis e semipermeáveis apresentaram menor porcentagem de germinação durante o armazenamento. As sementes acondicionadas em embalagem impermeável apresentaram maior germinação comparativamente às demais embalagens, provavelmente, devido ao equilíbrio higroscópico da semente, pois neste tipo de embalagem não ocorreu troca de vapor de água entre as sementes e o meio externo (Figura 2A).

Menores valores de germinação foram observados em sementes mantidas em embalagem impermeável, em câmara fria, em relação aos valores obtidos para as sementes acondicionadas nas outras embalagens. Os

maiores valores de germinação foram registrados em sementes mantidas em embalagem semipermeável durante o armazenamento.

Observando os resultados, constatou-se que, as sementes de *Psidium cattleianum*, da embalagem impermeável apresentaram superioridade de germinação aos 1.107 dias de armazenamento, quando armazenadas em câmara seca e em ambiente natural de laboratório, em relação às embalagens permeáveis e semipermeáveis, demonstrando a eficiência dessa embalagem na conservação das sementes. O acondicionamento de semente de *Compomanesia phaea*, da família Myrtaceae, em embalagem permeável e armazenada em ambiente não controlado, foi registrado

aos 240 dias, perda total da capacidade germinativa das sementes (Maluf e Ereio, 2005), fato este não revelado na presente pesquisa.

O uso de embalagem permeável (sacos de papel), no acondicionamento de sementes de *Psidium cuneatum*, mantida em ambiente frio (T=8 °C; U.R.=60%) não favoreceu a viabilidade das sementes, pelo fato de que, esse tipo de recipiente permitiu troca de intercâmbio de vapor de água entre as sementes e o ar atmosférico, tendo como consequência aumento do teor de água das sementes comprometendo a qualidade fisiológica, evidenciando redução acentuada da germinação (32%) aos 180 dias (Otegui et al., 2007). Os resultados de germinabilidade, obtidos na presente pesquisa, aos 1.107 dias são diferentes porque as sementes da embalagem impermeável apresentaram redução da qualidade fisiológica, enquanto que, os valores de germinação registrados da embalagem semipermeável foram superiores (Figura 2 A).

Dessa forma, verifica-se que, a viabilidade das sementes não depende apenas da permeabilidade da embalagem e dos ambientes de armazenamento, mas também da associação de eventos genéticos e bioquímicos relacionados aos processos vitais da semente de cada espécie (Marcos Filho, 2005).

Outro aspecto a ser considerado na manutenção da qualidade fisiológica das sementes é a temperatura que afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelerando a respiração das sementes e o desenvolvimento de microrganismos, que quando é reduzida favorece a conservação das sementes (Marcos Filho, 2005). Pelos resultados obtidos de germinação nos diferentes ambientes de armazenamento, verificou-se um decréscimo lento na manutenção da qualidade fisiológica das sementes, porque mesmo em ambiente natural de laboratório, com mudanças de temperatura e umidade relativa variável que comprometem a qualidade das sementes, elas se mantiveram viáveis durante 1.107 dias (Figura 2A).

Pelos dados apresentados, observa-se que, o comportamento das sementes de *Psidium cattleianum* é típico de ortodoxas (Figura 1), uma vez que, durante o armazenamento as sementes se mantiveram com baixo teor de água e apresentaram viabilidade por mais de três anos, em ambiente natural de laboratório, câmara seca e câmara fria. Sementes com esse comportamento são caracterizadas por Roberts (1973) de tolerantes a dessecação, que podem ser reduzido o teor de água e

armazenadas em baixas temperaturas.

O comportamento germinativo das sementes desta essência é semelhante com a citação de Carvalho (1994), de que espécies ortodoxas, também podem permanecer viáveis por mais de cinco anos em embalagem hermética, em ambiente não controlado. Sementes consideradas ortodoxas apresentam potencial elevado das células de sobreviverem à dessecação, que envolve a síntese de proteínas conhecidas como LEA (late embryogênico abundant), produzido na embriogênese tardia o acúmulo de açúcares solúveis e a presença de antioxidantes, que permitem que o citoplasma atinja o chamado vítreo (Berjak, 2006).

Com relação ao vigor avaliado pelo índice de velocidade de germinação das sementes de *Psidium cattleianum*, em ambiente natural de laboratório, as sementes acondicionadas em embalagem permeável apresentaram menor vigor, quando comparadas com as sementes das embalagens semipermeáveis e impermeáveis durante 1.107 dias de armazenamento (Figura 2A). Dessa forma, verificou-se neste estudo, que o vigor das sementes da embalagem permeável, contrastou com os resultados obtidos das sementes de *Psidium cuneatum*, da mesma família botânica, que aos 270 dias de armazenamento em ambiente não controlado apresentaram maior vigor (Otegui et al., 2007).

De acordo com (Otegui et al., 2007), a baixa permeabilidade da embalagem em ambiente natural de laboratório, permitiu que as sementes de *Psidium cuneatum* entrassem em equilíbrio com a umidade do ambiente gradualmente, favorecendo a manutenção do vigor, enquanto que, para as sementes de *Psidium cattleianum* mesmo mantendo a umidade das sementes constante durante o armazenamento, ocorreu uma redução do vigor (Figuras 1 e 2B).

Em ambiente de câmara seca, menor índice de velocidade de germinação foi registrado para sementes da embalagem semipermeável e permeável. Os maiores valores de velocidade de germinação foram obtidos das sementes que estavam em embalagem impermeável (Figura 2B). Pelas considerações feitas por Zanon e Ramos (1986), Carneiro e Aguiar (1993) e Aguiar (1995), esperava-se que, nas embalagens permeáveis e semipermeáveis as sementes apresentassem maior vigor durante o armazenamento, uma vez que, essas embalagens permitem a troca de vapor de água entre as sementes e o ambiente de câmara seca (baixa umidade relativa do ar) até o estabelecimento do equilíbrio higroscópico.

Em ambiente de câmara fria, na presente pesquisa, as sementes que permaneceram em embalagem impermeável apresentaram menores valores de índice de velocidade de germinação e os maiores valores foram obtidos das sementes mantidas em embalagem semipermeável (Figura 2B), enquanto que, as sementes de *Psidium cuneatum*, armazenadas em ambiente frio (T = 8 °C; U.R. = 60%), em recipiente hermético, foi registrado maior vigor (Otegui et al., 2007).

Sementes mantidas em câmara seca e fria apresentaram maior índice de velocidade de germinação, do que aquelas que estavam em ambiente natural de laboratório. Resultados semelhantes foram obtidos por Teófilo et al. (2004) para as sementes de *Myracrodruon urundeuva*, quando armazenadas

em câmara fria (T=10-12 °C; U.R.=55%). Dessa forma, ambientes controlados podem favorecer a manutenção do vigor das sementes de *Psidium cattleianum*.

Condutividade elétrica: o vigor das sementes de *Psidium cattleianum*, avaliado antes do acondicionamento, pela condutividade elétrica das sementes embebidas por 20 horas (CE-20 h) foi de 22,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ e durante 24 horas (CE-24 h) de 22,04 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Os maiores valores de condutividade elétrica foram registrados para sementes acondicionadas em embalagem semipermeável, em ambiente natural de laboratório, câmara seca e câmara fria, apresentando maior quantidade de lixiviados e, conseqüentemente, menor vigor aos 1.107 dias de armazenamento (Figuras 3A e B).

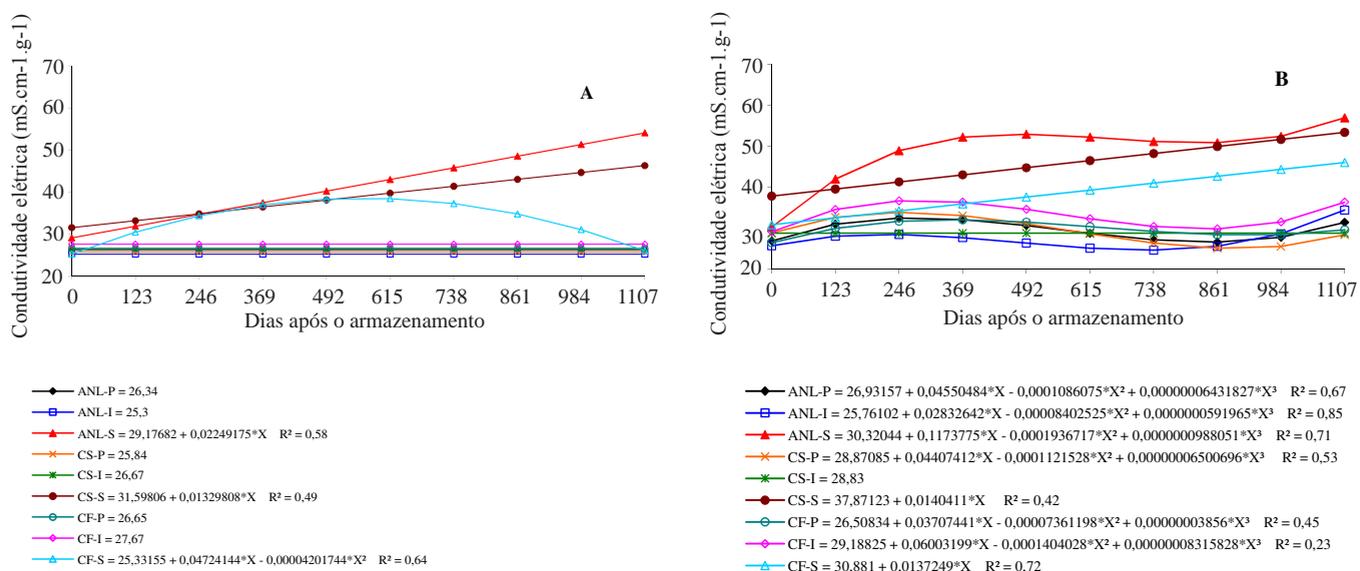


FIGURA 3. Condutividade elétrica de sementes de *Psidium cattleianum*, após 20 h (A) e 24 h (B) de embebição, acondicionadas em embalagem permeável (P), impermeável (I) e semipermeável (S), armazenadas em ambiente natural de laboratório (ANL), câmara seca (CS) e câmara fria (CF) por diferentes períodos.

Pelos dados obtidos nas condições em que foi desenvolvido este trabalho, constatou-se que, o teste de condutividade elétrica não foi eficiente para avaliar a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento, pois os menores valores de lixiviados, portanto, maior vigor foi apresentada em sementes acondicionadas em embalagem impermeável, mantidas em ambiente natural de laboratório e em embalagem permeável, armazenadas em câmara seca e câmara fria (Figuras 3A

e B), comparativamente ao teste de germinação em que, os maiores valores de germinação foram evidenciados para as sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório e câmara seca, acondicionadas em embalagem impermeável e armazenadas em câmara fria em embalagem semipermeável (Figura 2A).

Este teste de vigor também não foi adequado para avaliar a viabilidade das sementes de *Tabebuia roseoalba* e *Tabebuia impetiginosa* (Borba Filho, 2006) e de

Myracrodruon urundeuva (Caldeira, 2007), porém, foi promissor para sementes de *Sebastiania commersoniana* (Santos e Paula, 2005) e *Chorisia speciosa* (Fanti e Perez, 2005). Cabe ressaltar que, o uso deste teste pode ser afetado por fatores relacionados às características das sementes, qualidade e volume de água, temperatura e duração do período de embebição das sementes (Vieira e Krzyzanowski, 1999; Marchi e Cicero, 2002).

As variações dos valores de germinação e de vigor observadas neste trabalho provavelmente poderiam ser minimizadas com o uso de maior número de repetições, o que possibilitaria a obtenção de dados com menor oscilação, principalmente em se tratando de espécies florestais sem melhoramento genético, nas quais pode ocorrer grande variação entre repetições dentro de um mesmo tratamento (Santos, 2004; Paula, 2007).

No armazenamento de sementes é importante levar em consideração o seu destino após colheita. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), para fins comerciais as sementes devem ser armazenadas por um período inferior a um ano, como estoque regulador por um a três anos e em bancos de germoplasma, as sementes devem manter viável pelo maior período de tempo possível.

Pelos dados evidenciados com *Psidium cattleianum*, foi constatada uma redução da viabilidade e do vigor das sementes gradativamente por mais de três anos. Isso também se deve ao fato de que, como há sementes mais vigorosas que outras algumas mantiveram a capacidade de manter a viabilidade elevada por mais de três anos (Marcos Filho, 2005). Dessa forma, esta pesquisa contribui com informações da manutenção da qualidade fisiológica das sementes desta espécie, que podem subsidiar o planejamento para obtenção de mudas e para fins de conservação genética de populações naturais, em que o período de armazenamento das sementes deve ser o mais longo possível.

Pelos resultados obtidos pode-se constatar que, as sementes acondicionadas em embalagem impermeável e armazenadas em ambiente natural de laboratório e câmara seca, bem como em embalagem semipermeável em câmara fria, apresentaram os maiores valores de germinação, demonstrando a eficiência do teste de germinação para avaliar a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. Este fato não foi detectado nas sementes mantidas nestas mesmas condições, quando se avaliou o vigor, pela condutividade elétrica, embebendo as sementes durante 20 e 24 horas (CE-20 e 24 h) e pelo índice de velocidade de germinação.

CONCLUSÕES

O acondicionamento das sementes em embalagem impermeável e o armazenamento em ambiente natural de laboratório ou em câmara seca, bem como o acondicionamento em embalagem semipermeável e armazenamento em câmara fria, são adequados para a conservação das sementes de *Psidium cattleianum* durante 1.107 dias.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, I.B. de. Conservação de sementes. In: SILVA, A. da; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.33-44. (Série Registros, 14).
- BARBEDO, C.J.; CICERO, S.M. Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. **Scientia Agrícola**, v.55, n.2, p.249-259, 1998.
- BARBEDO, J.B.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. de C. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira Botânica**, v.25, n.4, p.431-439, 2002.
- BERJAK, P. Unifying perspectives of some mechanisms basic to desiccation tolerance across life forms. **Seed Science Research**, v.16, n.1, p.1-15, 2006.
- BONNER, F.T. Storage of hardwood seeds. **Forest Genetics Resources Information**, n.7, p.10-17, 1978.
- BORBA FILHO, A.B. **Aspectos da germinação e da conservação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae)**. 2006. 86f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.209-222.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 1992. 365p.
- CALDEIRA, S.F. **Conservação, viabilidade e vigor de diásporos e crescimento inicial de mudas de aroeira**

- (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allen.). 2007. 185f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.
- CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. de. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B. de; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p.333-350.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 639p.
- CRUZ, C.D. **Programa genes: versão windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 648p.
- ESTAT 2.0. **Sistema de análise estatística**. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Pólo Computacional do Departamento de Ciências Exatas, 1992.
- FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.de A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil.-Bombacaceae. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.345-352, 2005.
- FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. da; AGUIAR, I.B. de; 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.
- FOWLER, J.A.P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Colombo, Embrapa Florestas, 2000. p.77-99.
- LEGRAND, C.D.; KLEIN, R.M. Myrtáceas: 10 *Psidium* L. In: REITZ, P.R. **Flora Ilustrada Catarinensis**. I Parte Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1977. 730p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 268p.
- LORENZI, H.; BACHER, L.B.; LACERDA, M.T.C. de; SARTORI, S.F. **Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum, 2006. 640p.
- MALUF, A.M.; EREIO, W.A.P. Secagem e armazenamento de sementes de Cambuci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p.707-714, 2005.
- MARCHI, J.L.; CICERO, S.M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo Abrates**, v.12, n.1,2,3, p.20-27, 2002.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2, p.1-24.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2, p.1-24.
- OTEGUI, M; SOROL, C.; FLECK, A.; KLEKAILO, G. Madurez fisiológica, germinación y conservación de semillas de guayabito (*Psidium cuneatum* Camb.-Myrtaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.160-169, 2007.
- PAULA, R.C. de. **Repetibilidade e divergência genética entre matrizes de *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae-Caesalpinoideae) por caracteres biométricos de frutos e de sementes e parâmetros da qualidade fisiológica de sementes**. 2007. 128f. Livre Docente (Silvicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Câmpus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.283-297.
- PIO CORREA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984. 747p.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and technology**, v.1, n.2, p.499-514, 1973.
- SANTOS, S.R.G. dos; PAULA, R.C. de. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill) Smith & Dows - Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.136-145, 2005.
- SANTOS, S.R.G. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Dows - Euphorbiaceae**. 2004. 95f. Tese

(Doutorado em Agronomia – Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Câmpus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SILVA, da A.; FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B. de AGUIAR; PERECIN, D. Liofilização e armazenamento de sementes de ipê-rosa (*Tabebuia heterophylla* (A.P. Candolle) Britton) - Bignoniácea. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.252-259, 2001.

SMITH, M.T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccations of seed associated Mycoflora during storage. In: JAIME, K.; GALLI, G. **Seed development and germination**. New York: Basel-Hang Young, 1995. p.701-746.

SUGUINO, E.; HEIFFIG, L.S.; AGUILA, J.S. de; MINAMI, K. **Mirtáceas com frutos comestíveis do Estado de São Paulo**: conhecendo algumas plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006. 56p.

TEÓFILO, E.M.; SILVA, S.O. da; BEZERRA, A.M.E.;

FILHO, S.M.; SILVA, F.D.B. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.2, p.371-376, 2004.

VENTURA, A. BERENGUTI, G.; VICTOR, M.A.M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvicultura São Paulo**, v.4/5, n.4, p.57-140, 1965/66.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Brasília, DF: ABRATES, 1999. Cap.4, p.1-26.

ZANON, A.; RAMOS, A. Armazenamento de sementes de espécies florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1, 1984. Belo Horizonte. **Anais...** Brasília, DF: ABRATES, 1986. p.285-316.