

GERMINAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE UVAIA (*Eugenia pyriformis* Camb.) - MYRTACEAE¹

ROSA NELI B. DE ANDRADE² E ALFREDO GUI FERREIRA³

RESUMO - *Eugenia pyriformis* Camb. espécie nativa do sul do Brasil, apresenta hábito arbóreo, frutos com o mesocarpo comestível de sabor adocicado e acidulado, usados para produzir suco, vinagre, vinho e licor. Conhecida como uvaia, constitui ainda, fonte importante de alimento para os animais frugívoros, com alto potencial de utilização de sua madeira e também como planta ornamental. Objetivou-se neste trabalho obter informações sobre o comportamento das sementes de uvaia, durante o armazenamento. O armazenamento foi durante 60 dias, em condições de câmara fria ($5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 90% de UR) e câmara seca ($15\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 60% de UR). No início do armazenamento e a cada 15 dias foi determinado o grau de umidade, a condutividade elétrica e a emergência das plântulas em areia. A desuniformidade de tamanho, massa e forma das sementes influenciou a percentagem e o tempo médio de emergência. Após 60 dias de armazenamento, a redução da umidade foi de 21,62% e 67,56% nas condições de câmara fria e seca, respectivamente. Valores superiores a $76,6\mu\text{S}/\text{cm}^2/\text{g}$ do lixiviado da condutividade elétrica corresponderam às sementes mortas de uvaia, enquanto valores inferiores a $15\mu\text{S}/\text{cm}^2/\text{g}$, corresponderam às sementes com emergência superior a 50%. As sementes de uvaia apresentaram comportamento recalcitrante, com o decréscimo da emergência ao reduzir-se o teor de água em níveis inferiores a 20%. A capacidade de germinação extinguiu-se quando o teor de água atingiu valores em torno de 14%. Para preservá-las é necessário, portanto, observar as condições de armazenamento que permitam manter o grau de umidade superior a 20%.

Termos para indexação: dessecação de sementes, sementes recalcitrantes, teor de água.

GERMINATION AND STORAGE OF UVAIA (*Eugenia pyriformis* Camb.) SEEDS - MYRTACEAE

ABSTRACT - *Eugenia pyriformis* Camb. is indigenous in the south of Brazil, it has an arboreal habit. Its edible fruits have a sweetened, acidulate mesocarp and are used to produce juice, vinegar, wine and liqueurs. The species is known as uvaia, it still constitutes, important food resource for frugivorous animals and high potential of use of its wood and also as ornamental plant. This study was conducted with the objective of obtaining information concerned to the uvaia seed behavior during storage under two temperature and relative humidity conditions: cold chamber ($5\pm 2^{\circ}\text{C}$ and 90% of RH) and dry chamber ($15\pm 2^{\circ}\text{C}$ and 60% of RH). The moisture content, leachate from the electrical conductivity and seedling emergence were determined at the beginning and every 15 days during 60 days of storage period. The size and the mass of the seeds varied and these fact had significant influence on the percentage and medium time of emergency. After 60 days of storage, the moisture content reduced of 21.62% and 67.56% in cold and dry chamber conditions, respectively. Higher values of leachate from the electrical conductivity ($76.6\mu\text{S}/\text{cm}^2/\text{g}$) corresponded to the dead seeds while lower values ($15\mu\text{S}/\text{cm}^2/\text{g}$) corresponded to the viable seeds with seedling emergence more than 50%. The uvaia seeds presented recalcitrant behavior with a decrease in seedling emergence when moisture content was reduced at levels lower than 20%. Uvaia lost its

¹ Aceito para publicação em 18.11.2000; trabalho conduzido com auxílio da Embrapa.

² Biól., MSc., Secretaria da Ciência e Tecnologia/FEPAGRO/LTS; Rua

Gonçalves Dias, 570, Porto Alegre-RS; e-mail: rfs2020@pro.via-rs.com.br

³ Biól. Ph.D., Prof. Titular do Depto. de Botânica da Univ. Federal do RS.

germination capacity when moisture content reached 14%. Therefore, uvaia seeds must be maintained at moisture content higher than 20% for preservation of its viability.

Index terms: seed desiccation, recalcitrant seeds, moisture content.

INTRODUÇÃO

As Myrtaceae sul-americanas, com exceção do gênero *Tepualia*, indígena do Chile, estão subordinadas à tribo Myrteae, que se caracteriza pelos frutos carnosos e indeiscentes do tipo bacóide. Entretanto, pouco se conhece do valor nutritivo dos frutos de Myrtaceae, tais como o “pitangão”, as “guabirobas” e os “araçás do mato”, dentre outros apreciados popularmente e ainda não aproveitados comercialmente (Barroso et al., 1999).

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) popularmente denominada uvaieira, uvalha, uvalheira, cuja sinonímia é *Pseudomyrcianthes pyriformis* (Camb.) Kaus, é uma espécie de hábito arbóreo mediano, de ocorrência no Rio Grande do Sul, com grande potencial ornamental devido a coloração prateada de suas folhas, crescimento relativamente rápido e frutificação precoce. Possui copa alongada formada pela folhagem serícea associada às abundantes flores brancas e frutos grandes de cor amarela ou alaranjada, formando um conjunto muito atraente (Reitz et al., 1988). É uma espécie altamente valiosa pela sua madeira dura, resistente às doenças, frutos comestíveis apreciados pelo homem e pela avifauna, úteis à industrialização na produção de licor e outros produtos (Mattos, 1956).

A longevidade das sementes de uvaia é de curta duração e a sementeira deve ser realizada logo após a coleta para não perder o poder germinativo (Mattos, 1956 e Reitz et al., 1988).

Em geral, condições de baixa temperatura e umidade são as mais recomendadas para armazenar sementes (Vertucci & Roos, 1993b). Entretanto, existem exceções entre as espécies que não permitem generalizar sobre o estabelecimento de protocolos para o armazenamento de sementes sem uma previa avaliação de determinadas características físicas e fisiológicas das sementes.

As sementes podem ser classificadas dentro de uma amplitude de valores que definem o grau de sensibilidade à dessecação (Ferrant et al., 1993a). A diferença no comportamento de pós-maturação entre sementes tolerantes e sensíveis a dessecação, isto é, ortodoxas e recalcitrantes respectivamente, foi introduzida por Roberts (1973). As sementes podem ser armazenadas por vários anos a baixa temperatura e a baixo conteúdo de umidade e após a maturação reduzem o grau de umidade, são metabolicamente quiescentes e tole-

rantes à dessecação e ao congelamento (Poulse & Eriksen, 1992).

As sementes sensíveis à dessecação, recalcitrantes, apresentam alto conteúdo de umidade e são intolerantes a secagem, ao congelamento e são metabolicamente ativas. Não suportam o armazenamento com baixa umidade sem perder sua viabilidade. O período máximo de armazenamento varia entre as espécies recalcitrantes e está relacionado com a germinação (Ferrant et al., 1993b).

A causa da sensibilidade à dessecação em sementes recalcitrantes ainda não é bem conhecida para a maioria das espécies (Ching, 1973). Os processos que regulam e governam a aquisição da tolerância a dessecação em sementes ainda são muito pouco entendidos, embora várias hipóteses tenham sido descritas para explicar o fenômeno (Skriver & Mundy, 1990; Hong & Ellis, 1992; Vertucci & Roos, 1993a e Von Teichman & Van Wyk, 1996).

As sementes podem ser confundidas com recalcitrantes se o método de secagem e o nível de maturação não forem devidamente observados ou se forem desidratadas antes de terem adquirido completamente a tolerância à dessecação (Bewley & Black, 1994). A habilidade de tolerar a dessecação aumenta consideravelmente e progressivamente com a maturação (Hong & Ellis, 1992).

A perda rápida da viabilidade em semente também pode ser atribuída a oxidação de compostos fenólicos, tais como cumarina, ácido clorogênico e seus derivados, que ocorrem nos tegumentos das sementes e podem inibir a sua germinação e a de outras sementes próximas no solo (Bewley & Black, 1994). A oxidação diminui de forma acentuada a taxa de respiração do embrião e conseqüentemente, o desenvolvimento da plântula (Pinol & Palazón, 1993).

Este trabalho procurou avaliar o comportamento germinativo das sementes de uvaia, durante o armazenamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, (FEPAGRO) Porto Alegre, RS. Os frutos em completo estágio de maturação, caracterizados pela coloração amarela do epicarpo, foram coletados em 19 de janeiro de 1999, no Centro de Pesquisa de Florestas e Conservação do Solo

(FEPAGRO), Santa Maria, RS. A amostra coletada, de uma única árvore, com 4kg foi homogeneizada e dividida para a obtenção das amostras de trabalho destinadas a determinação do grau de umidade e do peso de mil frutos e/ou sementes. Os frutos foram selecionados considerando a sanidade, o nível de maturação e o tamanho. Foram retirados todos os frutos que apresentavam o pericarpo danificado, escurecido (oxidado) e sinais de ataque de microorganismos. Quanto a maturação procurou-se obter frutos com epicarpo de coloração amarelo-ouro. Com relação ao tamanho selecionou-se frutos com 3-5cm de comprimento por 2-4cm de diâmetro, desprezando-se os demais. Foi determinado o peso médio de mil frutos utilizando-se oito subamostras de 100 unidades. As sementes foram limpas e lavadas com água corrente e colocadas sobre papel absorvente durante três horas. Em seguida, foram classificadas pela massa em três classes: classe I constituída de sementes com massas de 0,2 a 0,5g, classe II de 0,5 a 0,9g e classe III de 0,9 a 2,0g. As sementes da classe II, com maior representatividade, foram acondicionadas em caixas plásticas do tipo gerbox abertas e armazenadas em condições de umidade e temperaturas controladas, em câmara seca ($15\pm 2^\circ\text{C}$ e 60% de UR) e câmara fria ($5\pm 2^\circ\text{C}$ e 90% de UR) durante zero, 15, 30, 45 e 60 dias. Ao iniciar cada período de armazenamento as sementes foram submetidas a determinação do grau de umidade, a emergência das plântulas em areia e a condutividade elétrica. O grau de umidade foi determinado pelo método da estufa a $105\pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas (Brasil, 1992) com duas subamostras de cinco gramas e os resultados foram expressos em porcentagem. A emergência das plântulas das três classes de sementes foi avaliada inicialmente e expressa em porcentagem e o tempo médio de emergência expresso em número de dias de acordo com Ferreira (1977). O teste de emergência foi conduzido em areia de granulação média com 12% de umidade, esterilizada durante quatro horas, em estufa a 120°C , utilizando-se oito repetições de 25 sementes por tratamento, as quais foram distribuídas de forma equidistantes no substrato a um centímetro de profundidade, mantidas na presença de luz constante, temperatura alternada de $20\text{-}30^\circ\text{C}$; 16 e oito horas respectivamente. O controle da emergência do epicótilo foi efetuado a partir do 3º dia, anotando-se o número de plântulas emergidas a cada três dias para fins de cálculo do tempo médio de emergência. Considerou-se como emergidas as plântulas normais, conforme definição das Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 1992). Após 135 dias, as sementes não emergidas foram seccionadas para observação da sanidade e consistência do tecido do embrião. A lixiviação de solutos foi avaliada através do teste de condutividade elétrica, realizado com oito

repetições de 25 sementes, colocadas para embeber em 75ml de água deionizada a 20°C , durante 24 horas, utilizou-se um condutivímetro marca DIGIMED-CD 311. Os resultados foram divididos pelo peso das respectivas repetições e expressos em microsimens/cm² por grama de sementes ($\mu\text{S}/\text{cm}^2/\text{g}$). A leitura foi realizada na faixa de 2000 microsimens. Para este experimento o grau de umidade foi previamente ajustado de acordo com Simon (1984), em que as sementes foram embebidas em papel absorvente úmido, durante 24 horas, à temperatura de 20°C e posteriormente foi realizado o teste de condutividade, conforme descrito.

O delineamento foi inteiramente casualizado com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x5 (locais de armazenamento: câmara fria e câmara seca x períodos de armazenamento) e com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Realizou-se análise de regressão para os efeitos de armazenamento, nas características avaliadas, usando-se o programa SANEST (Zonta & Machado, 1984).

RESULTADOS

Os frutos de uvaia são indeiscentes, carnosos, piriformes, pilosos e de coloração amarela. As sementes apresentam tegumento de coloração castanha, cotilédones carnosos e justapostos. Após a extração, as sementes se oxidam rapidamente provocando um escurecimento nos cotilédones, que se inicia na periferia indo em direção à parte central da semente. Os embriões apresentam-se como estruturas globosas, sem diferenciação entre cotilédone e eixo hipocótilo-radícula.

A amostra coletada com 4kg de frutos de uvaia, após o beneficiados, resultou em 1,3kg de sementes com tamanho, massa e forma variada. O peso médio de mil frutos foi de 3050g. Na Tabela 1 são apresentados os dados da massa, da ocorrência, da emergência das plântulas e do tempo médio das três classes de sementes. A maioria dos frutos, 81%, apresentou duas sementes; 15% três sementes e 2% com uma ou quatro sementes. O maior número de sementes ocorreu na classe de massa média entre 0,5 e 0,9g (76%). Apenas 3% das sementes desta classe apresentaram poliembrião, dois embriões por semente.

Os resultados mostram que a desuniformidade das sementes influenciou na porcentagem e no tempo médio de emergência das plântulas. As sementes de tamanho médio, pertencentes a classe II, apresentou o melhor desempenho germinativo e menor tempo médio de emergência. Estes re-

TABELA 1. Porcentagem de cada classe estabelecida pela massa das sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) e efeito desta classificação na porcentagem e no tempo médio de emergência das plântulas aos 87 dias.

Classes	Massa (g)	Ocorrência (%)	Emergência (%)	Tempo médio (dias)
I - Pequena	0,2 a 0,5	10,4	35 b	62
II - Média	0,5 a 0,9	76,6	53a	60
III - Grande	0,9 a 2,0	13,0	38 b	70

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

sultados sugerem que as sementes desta classe são as mais indicadas para a obtenção de mudas, de tamanho uniforme com padrão de qualidade superior.

O armazenamento das sementes em câmara fria e seca, no período de 60 dias, conduziu à redução gradativa e signi-

ficativa do grau de umidade em níveis diferenciados de significância (Figura 1). Após 60 dias de armazenamento, em câmara fria a redução da umidade das sementes foi de 21,62%, enquanto que, em câmara seca o decréscimo foi de 67,56% em relação a umidade inicial, cujos valores podem ser estimados por meio dos coeficientes da curva de regressão.

A redução da umidade das sementes armazenadas em câmara seca e câmara fria teve efeito significativo na emergência das plântulas (Figura 1). A curva de regressão mostra acentuada queda na emergência das plântulas oriundas das sementes armazenadas em câmara seca. Os resultados da emergência após 30 dias de armazenamento, em câmara seca mostram que, em relação à emergência inicial de 67%, foi reduzida em

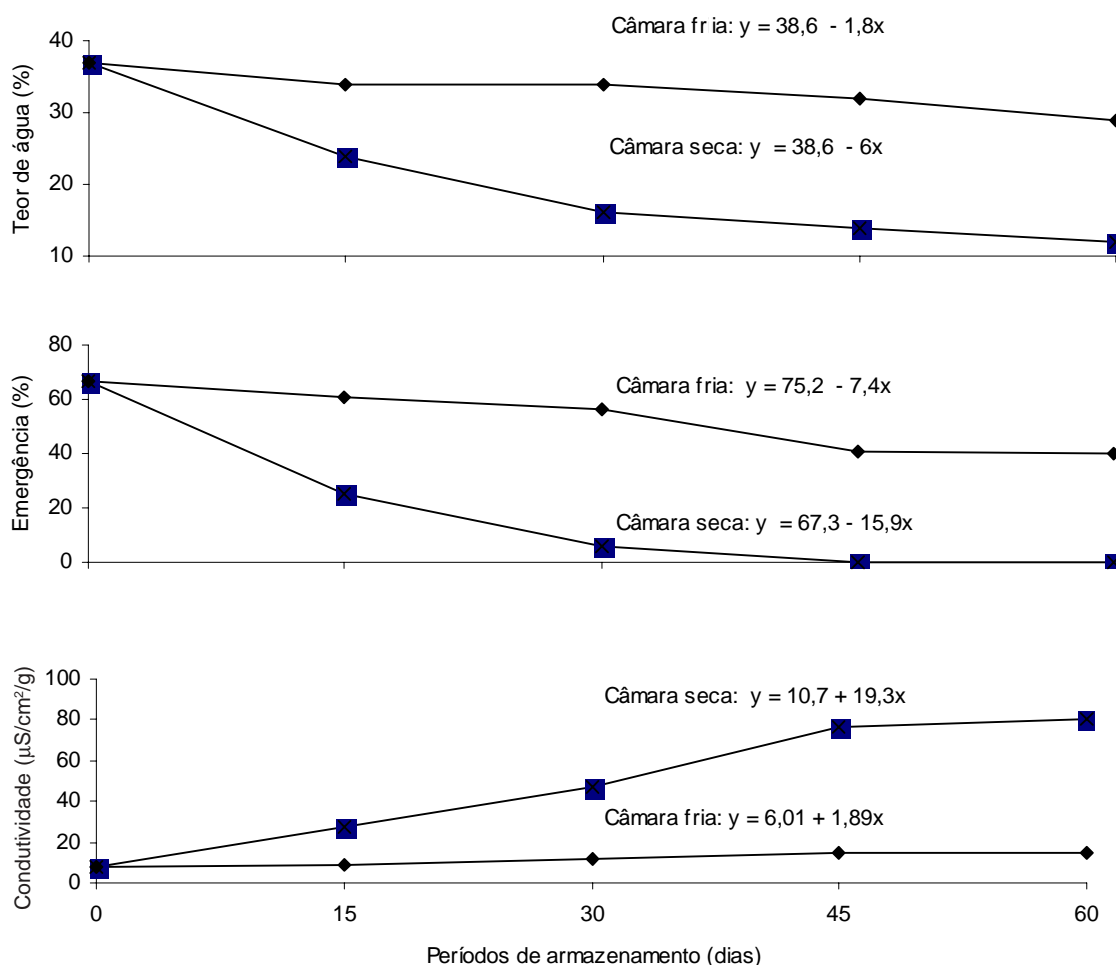


FIG. 1. Teor de água, emergência das plântulas e condutividade elétrica em sementes de uvaia em função das condições e dos períodos de armazenamento.

91% e, para o mesmo período, em câmara fria, o decréscimo foi de apenas 16%. Durante o período de 60 dias, as condições da câmara fria mantiveram a umidade das sementes a níveis superiores a 20% e a porcentagem de emergência acima de 50%; em condições de câmara seca, a umidade foi reduzida a níveis inferiores a 20% aos 30 dias de armazenamento, conduzindo as sementes à perda total da germinação aos 45 dias, quando o grau de umidade atingiu valores em torno de 14% .

Nas duas condições de armazenamento, os valores de condutividade elétrica variaram entre 8,3 μ S/cm²/g e 80,1 μ S/cm²/g. Nas condições de câmara seca o lixiviado da condutividade elétrica foi maior e atingiu o máximo no período entre 45 e 60 dias de armazenamento, quando as semen-

tes perderam completamente a sua germinação. Os valores de condutividade também dependem do conteúdo de água das sementes, aumentando com a secagem e atingindo o máximo quando as sementes atingiram valores em torno de 14% de umidade (Figura1).

Os valores mínimo e máximo da condutividade coincidem com as maiores e menores porcentagens de germinação, respectivamente. Valores de condutividade superiores a 76,6 μ S/cm²/g correspondeu as sementes mortas de uvaia, enquanto que, valores inferiores a 15 μ S/cm²/g correspondeu as sementes com emergência superior a 50%.

O processo de germinação das sementes de uvaia é relativamente lento e desuniforme estendendo-se até 135 dias. No final deste período, todas as sementes que não emergiram

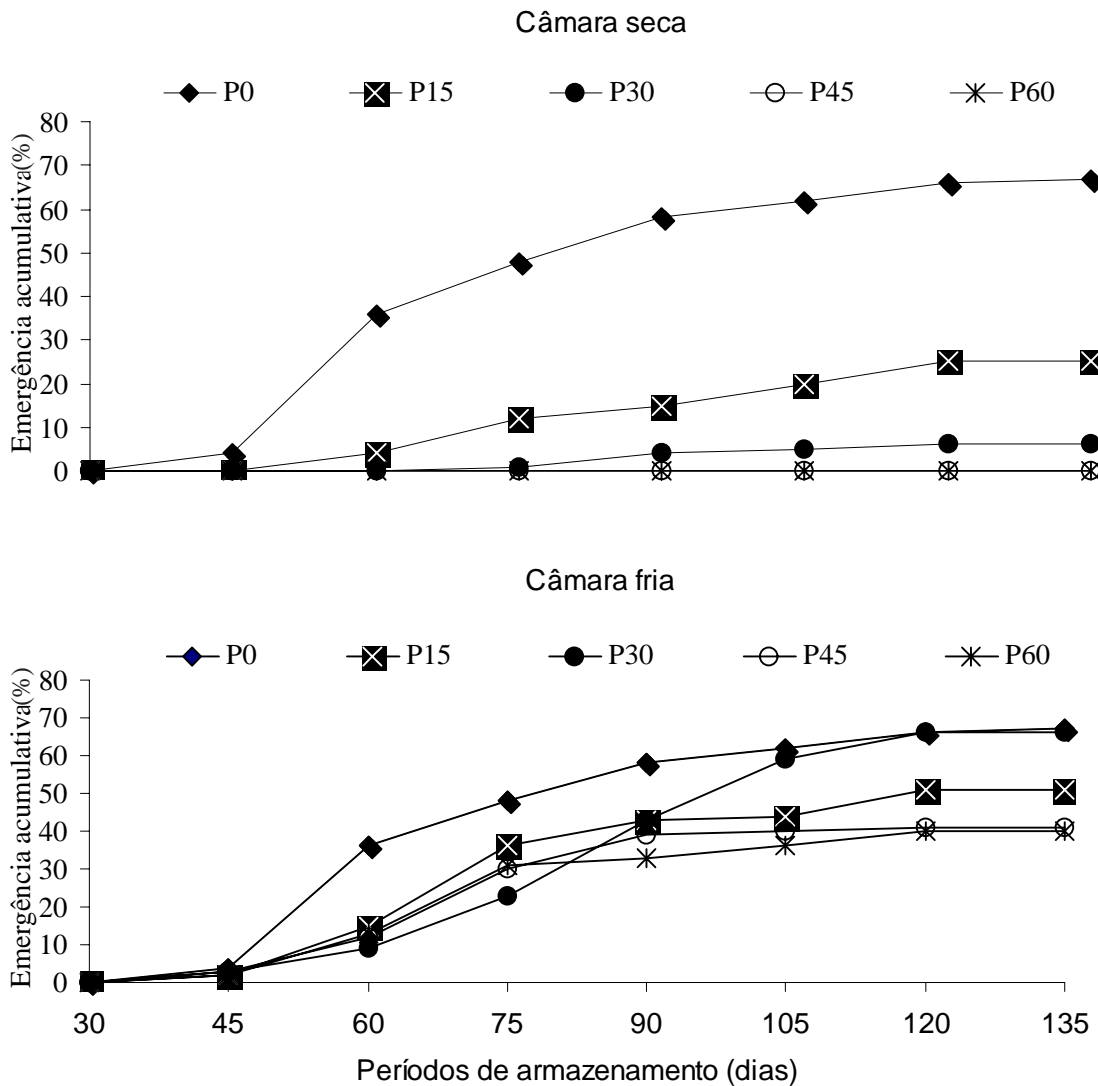


FIG. 2. Emergência acumulativa das plântulas de uvaia, submetidas a diferentes períodos (P) de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias) em câmara seca e câmara fria.

apresentavam os cotilédones escuros e aquelas com o processo de germinação interrompido, apresentavam infecção por fungos do gênero *Aspergillus* spp.

À medida em que aumentava, o período de armazenamento ocorreu maior dessecação das sementes, menor porcentagem de emergência, além de causar um retardamento no tempo necessário à emergência, nas duas condições estudadas.

Os dados apresentados na Figura 3 correspondem aos tempos médios obtidos no teste de emergência em areia, aplicados, num período de 135 dias e em intervalos de 15 dias

nas sementes de tamanho médio, classe II, submetidas as condições de armazenamento em câmara seca e câmara fria, respectivamente. A redução do grau de umidade em função das condições de armazenamento, conduziu a um aumento significativo no tempo médio, para os mesmos períodos de armazenamento.

Em ambas as condições de armazenamento, após 15 dias, o tempo médio sofreu um aumento considerável mesmo quando a redução da umidade não foi significativa. Isto mostra que outros fatores, além da dessecação, podem influenciar no tempo necessário para a emergência das plântulas.

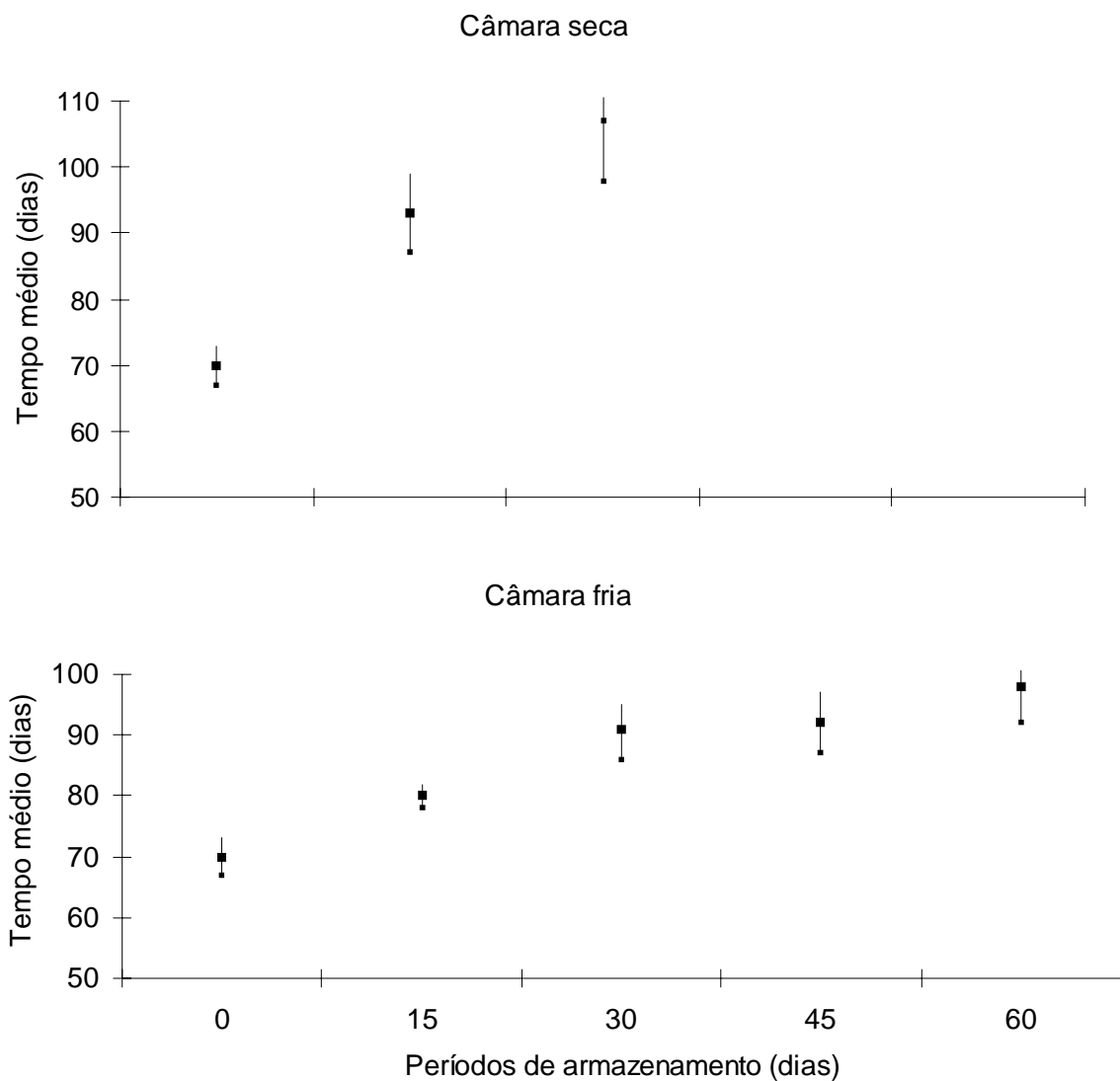


FIG. 3. Tempo médio de emergência (média \pm 1 desvio padrão, $n = 4$) das plântulas de uvaia, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias) em câmara seca e câmara fria.

DISCUSSÃO

As sementes de uvaia, imediatamente após a extração, oxidam-se rapidamente provocando um escurecimento nos cotilédones que se inicia na periferia e segue em direção à parte central da semente. A oxidação de compostos associada à redução do grau de umidade pode ser uma das razões da perda rápida da viabilidade das sementes de uvaia. Comportamento semelhante foi observado por Wang (1989), em sementes de manga *Mangifera indica* L.

As condições de câmara fria mantiveram o grau de umidade das sementes de uvaia superior a 20% no período de 60 dias e a porcentagem de emergência acima de 50% da emergência inicial. Em condições de câmara seca a umidade das sementes foi reduzida a níveis inferiores a 20% aos 30 dias de armazenamento, conduzindo a perda total da germinação aos 45 dias, quando o grau de umidade atingiu valores em torno de 14%. Resultados semelhantes foram observados em semente *Bactris gasipaes* Kunth (Carvalho & Müller, 1998) e *Porteresia coarctata* (Roxb.) Tateoca (Aldridge & Probert, 1992).

De acordo com a literatura, na maioria das espécies recalcitrantes estudadas, as sementes apresentam reservas solúveis as quais podem ser mobilizadas rapidamente conduzindo à rápida germinação. Os resultados deste trabalho discordam parcialmente das observações de Ferrant et al. (1993a). É provável, portanto que, no caso das sementes de uvaia, o longo período exigido para emergência seja devido ao fato de possuir embrião globoso, sem diferenciação dos cotilédones nem do eixo hipocótilo-radícula e alto nível de compostos fenólicos. Segundo Pinol & Palazón (1993), os compostos fenólicos podem interferir no processo de germinação, por seqüestro do oxigênio necessário ao processo respiratório. O atraso na emergência, verificado através do tempo médio, podem ser atribuídos ao rápido processo de oxidação observado nas sementes, imediatamente após a sua retirada do fruto, cuja velocidade tende a ser menor no decorrer do período de armazenamento, em condições de câmara fria.

Estas observações concordam com Berjak et al. (1993) e Ferrant et al. (1993a), na hipótese de que as sementes que necessitam tratamento pré-germinativo ou que exigem um período maior para sua germinação são características de espécies provenientes de ambientes que se tornam, periodicamente inadequados ao seu estabelecimento. Essas sementes irão acumular reservas mais complexas e em maior quantidade. As sementes de uvaia na natureza, permanecem no solo durante o inverno, emergindo somente quando as condições

de temperatura e umidade se elevam, favorecendo o desenvolvimento e o estabelecimento em seu habitat natural. No entanto, em condições controladas de laboratório, a germinação não ocorre antes de 30 dias, mesmo quando o grau de umidade das sementes e a temperatura do ambiente foram semelhantes aquela observados no seu habitat natural, apresentando um mecanismo de dormência.

No final do período de 135 dias no teste de emergência em areia, verificou-se a presença de *Penicillium* sp. e *Aspergillus* spp. colonizando as sementes que não emergiram, as quais apresentavam os cotilédones degenerados e escuros e, também, plântulas com o processo de germinação interrompido. De uma maneira geral, a atividade da maioria dos fungos é reduzida em temperaturas inferiores a 10°C, sendo a redução da temperatura, no armazenamento, uma maneira de controlar o seu crescimento e aumentar a longevidade das sementes (Thomsem & Shmidt, 1999). Fato que foi observado nas sementes de uvaia armazenada em câmara fria, cujas condições permitiram preservar por mais tempo a sua longevidade.

As sementes de uvaia apresentaram em torno de 38% de umidade no momento da coleta. Os fungos de armazenamento são freqüentes em sementes recalcitrantes, devido ao seu alto teor de água. De acordo com Sing et al. (1979), a contaminação das sementes se torna mais intensa em graus de umidade superiores a 12% e condições de umidade relativa do ar acima de 75%.

As sementes de uvaia armazenadas em câmara seca, submetidas ao teste de emergência na temperatura alternada de 20-30°C, foram severamente atacadas por fungos do gênero *Aspergillus*. De acordo com Thomsem & Shmidt (1999), o gênero *Aspergillus* cresce a uma temperatura entre 18 e 45°C.

Os dados de condutividade elétrica apresentados na Figura 1, evidenciaram o aumento dos valores com a progressão da secagem no decorrer do armazenamento, maior liberação de exsudatos pelas sementes com teor de água reduzido a 14%. Resultados semelhantes foram observados por Simon (1984) e Poulsen & Eriken (1992), em sementes de *Acer saccharinum* L., a dessecação ocasionou mudanças na composição química das membranas e foram indicadas através dos resultados do teste de condutividade elétrica.

Estes resultados mostram que a germinação das sementes de uvaia, sensíveis à dessecação, não pode ser avaliada somente em relação ao teor de água. A oxidação e a sanidade das sementes também podem estar associadas à perda da germinação.

CONCLUSÃO

- ♦ As sementes de uvaia apresentam sensibilidade a dessecação, perderam sua viabilidade quando o grau de umidade atingiu valores inferiores a 14%;
- ♦ as condições de câmara fria mantiveram o grau de umidade das sementes em níveis superiores a 20% durante 60 dias e asseguraram uma redução da emergência inferior a 50% da emergência inicial.

REFERÊNCIAS

- ALDRIDGE, C.D. & PROBERT, J. Effects of partial drying on seed germination in the aquatic grasses *Zizania palustris* L. and *Porteresia coarctata* (Roxb.) Tateoca. **Seed Science Research**, Kew, v.2, n.1, p.199-205, 1992.
- BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L. & ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.
- BERJAK, P.; VERTUCCI, C.W. & PAMMENTER, N.W. Effects of developmental status and dehydration rate on characteristics of water and desiccation - sensitivity in recalcitrant seeds of *Camellia sinensis*. **Seed Science Research**, Kew, v.3, n.3, p.155-166, 1993.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 455p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNTA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, J.E.U. & MÜLLER, C.H. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n.3, p.283-289, 1998.
- CHING, T.M. Biochemical aspects of seed vigor. **Seed Science and Technology**, Wageningen, v.1, n.1, p.73-88, 1973.
- FERRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W. & BERJAK, P. Seed development in relation to desiccation tolerance: a comparison between desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds of *Avicennia marina* and desiccation tolerant types. **Seeds Science Research**, Kew, v.3, n.1, p.1-13, 1993a.
- FERRANT, J.M.; BERJAK, P.; CUTTING, J.G.M. & PAMMENTER, N.W. The Role of plant growth regulators in the development and germination of the desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds of *Avicennia marina*. **Seeds Science Research**, Kew, v.3, n.1, p.55-63, 1993b.
- FERREIRA, A.G. *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze: **germinação da semente e desenvolvimento da plântula**. São Paulo: USP, 1977. 123p. (Tese Doutorado).
- HONG, T.D. & ELLIS, R.H. Development of desiccation tolerance in *Acer platanoides* L. seeds during maturation drying. **Seeds Science Research**, Kew, v.2, n.3, p.169-172, 1992.
- MAUDE, R.B. Seedborne diseases and their control. Principles & practice. **CAB International**. ISBN 0851989225. 1996.
- MATTOS, J.R. **Estudo pomológico dos frutos indígenas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SIPA, 1956. 82p. (Fascículo, 2).
- PINOL, M.T. & PALAZÓN, J. **Fisiologia y bioquímica vegetal**. 1.ed. Madrid: McGraw Hill, 1993. 581p.
- POULSEN, K.M. & ERIKSEN, E.N. Physiological aspects of recalcitrance in embryogenic axes of *Quercus robur* L. **Seeds Science Research**, Kew, v.2, n.4, p.215-221, 1992.
- REITZ, P.; KLEIN, R.M. & REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1988. 525p.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.3, p.499-514, 1973.
- SKRIVER, K. & MUNDY, J. Gene expression in response to abscisic acid and osmotic stress. **Plant Cell**, Washington, v.2, n.6, p.503-512, 1990.
- SIMON, E. W. Early events in germination. In: MURRAY D.R. **Seed physiology**. London: Academic Press, 1984. v.2, p.77-115.
- SINGH, S.; VERMA, V.P.S. & SURI, R.K. Protection of sal seeds in storage against moulds. **Indian Forester**, New Delhi, v.11, n.105, p.811-814, 1979.
- THOMSEM, K. & SHMIDT, L. Control of fungi during seed procurement. In: **TECNICAL NOTE**. Denmark: DFSC, 1999. n.53, 16p.
- VERTUCCI, C.W. & ROOS, E.E. Theoretical basis of protocols for seed storage II. The influence of temperature on optimal moisture levels. **Seeds Science Research**, Kew, v.3, n.3, p.201-213, 1993a.
- VERTUCCI, C.W. & ROOS, E.E. Seed storage, temperature and relative humidity: response. **Seeds Science Research**, Kew, v.3, n.3, p.215-216, 1993b.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A.E. Taxonomic significance of pericarp and seed structure in *Heeria argentea* (Thunb.) Meisn. (Anacardiaceae), including reference to pachichalazy and recalcitrance. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.122, p.335-352, 1996.
- WANG, X. **Substance oxidation, another reason for recalcitrance?** The project on handling and storage of recalcitrant and intermediate. Rome: IPGRI, 1989. 59p.
- ZONTA, E.P. & MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: Instituto de Física e Matemática, UFPel, 1984. 190p.

