



Armazenamento das sementes de pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze.)

João Antonio Pereira Fowler¹

¹Doutor em Agronomia, Analista PD&I na Embrapa Florestas, Colombo, PR, joao-antonio.fowler@embrapa.br

Resumo: O armazenamento das sementes de pinheiro-do-paraná decorre da necessidade de uso ao longo do tempo e da ciclicidade de produção, caracterizada por ano de alta produção, seguido de anos de baixa. O trabalho objetivou conservar as sementes de pinheiro-do-paraná em armazenamento por 810 dias. Os tratamentos foram: (A) ambiente da ante-sala das câmaras de armazenamento do laboratório de Sementes em embalagem de polietileno selada (24 μ de espessura); (B) ambiente de câmara fria em embalagem de polietileno selada (24 μ de espessura); (C) ambiente de câmara fria em embalagem de polietileno selada (48 μ de espessura) e (D) câmara fria em embalagem de polietileno selada (72 μ de espessura). A tecnologia para conserva-las por períodos longos inicia na coleta das pinhas na árvore matriz, quando apresentam cor verde-amarronzada, extração das sementes e redução do grau de umidade destas até 38%. Em seguida devem ser acondicionadas em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) selada de 24 μ de espessura e armazenadas em ambiente de câmara fria. Nas avaliações das sementes durante o período de armazenamento, recomenda-se que sejam feitas aplicando-se os testes de germinação e vigor.

Palavras-chave: Conservação ex-situ, Germinação, Vigor.

Introdução e objetivos

O pinheiro-do-paraná é uma árvore perenifólia de tronco reto colunar quase cilíndrico, podendo atingir 35m de altura e 120cm de diâmetro a altura do peito (DAP) na idade adulta, com fuste de até 20 m de comprimento. É uma espécie secundária longeva de ocorrência natural no extremo nordeste da Argentina e leste do Paraguai. No Brasil distribui-se pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e em manchas esparsas no sul dos estados de São Paulo, Minas Gerais e nas áreas de altitude elevada do Rio de Janeiro. Sua madeira de alta qualidade é indicada para construções em geral, caixotaria, móveis, laminados e vários outros usos (CARVALHO, 1994). A espécie consta da lista das ameaçadas de extinção (BRASIL, 1992), agregado a isso, a coleta dos frutos nas populações naturais, para comercialização dos pinhões para consumo humano é uma atividade economicamente importante para os pequenos agricultores, pois segundo o IBGE (2016) a produção nacional foi 7.746 toneladas, com valores correspondente de R\$ 22.405.000,00 no país.

A conservação pós-colheita das sementes, conhecida popularmente como pinhão, é dificultada por ser classificada como recalcitrante (RAMOS, 1987; TOMPSETT, 1993; SALMEN-ESPINDOLA et al.,

1994; CORBINEAU et al., 1997), que perdem a viabilidade rapidamente com a redução do grau de umidade (AQUILA; FERREIRA, 1984; FARRANT et al., 1989; FOWLER et al., 1998). Além disso, a espécie apresenta ciclos de produção, com anos de contra safra após dois ou três anos consecutivos de produção de frutos, dificultando um fluxo uniforme de produção de sementes e de mudas ao longo dos anos. O desenvolvimento de técnicas de conservação em armazenamento, objetiva também o uso alimentar e sua industrialização, desenvolvidos para promover a comercialização e o uso do pinhão em outras épocas do ano, além da estação de produção, tornando seu mercado mais atraente aos produtores e consumidores (SANTOS et al., 2002). O sucesso das tecnologias que possibilitem prolongar a conservação das sementes está relacionado com coleta quando se encontram no ponto de maturação fisiológica, particular a cada espécie, e que influencia diretamente a longevidade dos propágulos em armazenamento. O ponto de maturação fisiológica é o momento ideal para a coleta, pois é a condição na qual as sementes apresentam a máxima qualidade fisiológica (POPINIGIS, 1985).

As dificuldades de conservar as sementes recalcitrantes em armazenamento decorrem de que não passam pela fase de dessecação do processo de maturação, são dispersas com grau de umidade em torno de 55%



no caso do pinheiro-do-paraná, portanto alto, o que as torna altamente sensíveis à desidratação. Diferentes espécies com sementes recalcitrantes apresentam diferentes graus de tolerância à desidratação, dependendo do estágio de desenvolvimento em que são dispersas. O sucesso no desenvolvimento de tecnologia para o armazenamento de sementes de espécies recalcitrantes é o método mais eficaz para a preservação ex-situ dos recursos genéticos (PRITCHARD, 2004). A preservação a longo prazo das sementes recalcitrantes é ainda um problema por resolver para a maioria das espécies, entre as quais as do pinheiro-do-paraná. Nas últimas três décadas, os cientistas desenvolveram vários métodos para armazenar sementes recalcitrantes, como o armazenamento úmido, parcialmente seco e a criopreservação, mas todos estes métodos têm suas próprias limitações (CHIN et al., 1989). A eficiência na conservação das sementes recalcitrantes depende do método utilizado e das características da espécie. No entanto, para a grande maioria das sementes recalcitrantes ainda não foi desenvolvido um método para a armazená-las por longo prazo. Por isso, é necessário avaliar a viabilidade do método com base nas particularidades de cada espécie (WEN, 2009).

O trabalho objetivou conservar a viabilidade das sementes de pinheiro-do-paraná em armazenamento por 810 dias.

Material e métodos

Os frutos foram coletados na segunda quinzena do mês de junho de 2010, nas árvores matrizes do teste de procedências e progênies implantado na Embrapa Florestas, quando apresentavam cor verde-amarronzadas e transportados imediatamente ao Laboratório de Análise de Sementes, localizado em Colombo, estado do Paraná (25°19'S, 49°09'W, 941 m de altitude, temperatura média anual de 16,5 °C e umidade relativa do ar média anual de 80%), para extração das sementes e formação do lote. Imediatamente após a formação do lote foi obtida a amostra representativa para a instalação do experimento, tendo-se determinado o grau de umidade, a germinação das sementes, conforme metodologias prescritas nas R.A.S. (BRASIL, 2009). O vigor das sementes foi determinado pelo índice de velocidade de germinação (I.V.G.) onde $IVG = \sum (Gi/ni)$, onde Gi = número de sementes germinadas e ni = dia da contagem conforme metodologia prescrita por Maguire (1962). Em seguida o lote de sementes foi armazenado na câmara seca (temperatura de 23 °C ± 1 e umidade relativa do ar de 9 ± 1%) para a redução do grau de umidade até 38%, correspondente ao ponto de umidade crítica de sobrevivência das sementes de pinheiro-do-paraná (EIRA et al., 1994).

Após as determinações acima, o lote de sementes foi subdividido em 4, para aplicação dos tratamentos abaixo discriminados abaixo tendo-se utilizada nesse experimento, para acondicionamento das sementes, o polietileno de baixa densidade 0,91 a 0,94 g/cm³ / (PEBD), que apresenta baixa permeabilidade à água e trocas gasosas, e por isso adequada para o armazenamento de sementes recalcitrantes, pela capacidade de estabelecer um equilíbrio higroscópico e gasoso entre as sementes e o ambiente de armazenamento (COUTINHO et al., 2003).

- A - ambiente da ante sala das câmaras de armazenamento do laboratório de Sementes e embalagem de polietileno selada (24 µ de espessura);
- B - ambiente de câmara fria (temperatura de 4 °C ± 1 °C e umidade relativa do ar de 89% ± 1%) e embalagem de polietileno selada (24 µ de espessura);
- C - ambiente de câmara fria (temperatura de 4 °C ± 1 °C e umidade relativa do ar de 89% ± 1%) e embalagem de polietileno selada (48 µ de espessura); e
- D - ambiente de câmara fria (temperatura de 4 °C ± 1 °C e umidade relativa do ar de 89% ± 1%) e embalagem de polietileno selada (72 µ de espessura).

O experimento foi aleatorizado em blocos ao acaso com 4 repetições de 25 sementes cada, com análise de variância no esquema fatorial 2 (ambientes) x 3 (espessura das embalagens) x 9 (períodos de avaliação). As avaliações da germinação, vigor e grau de umidade foram trimestrais, conforme metodologias prescritas nas R.A.S. (MAGUIRE, 1962; BRASIL, 2009).

Resultados e discussão

Quando as sementes atingem o ponto de maturação fisiológica as pinhas não apresentam aspecto visual de maturação, o que dificulta a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica. Após atingir o ponto de maturação fisiológica, as sementes iniciam o processo natural de deterioração, em velocidade variável e dependente das condições a que são submetidas (CICERO et al., 1986). As sementes do pinheiro-do-paraná apresentam grau de umidade ao redor de 55% na maturação, com germinação alta, contudo quando começa a deiscência da pinha na árvore matriz, a germinação decresce rapidamente (FERREIRA, 1977). Isso ocorre pelo início do processo de deterioração, desse modo, a conservação das sementes atua no sentido de reduzir a velocidade desse processo ainda quando as sementes estão na pinha. Em decorrência disso, a coleta das pinhas deve ser feita nas árvores matrizes quando apresentam a coloração verde-amarronzada e estão completamente formadas com as sementes com



grau de umidade de 55% (FOWLER, 2015). Com relação à redução da umidade das sementes recalci-trantes, deve-se considerar que além do menor grau de umidade de segurança, correspondente ao nível de umidade que pode ser atingido sem prejuízos à viabi-lidade das sementes segundo Hong e Ellis (1992), o grau de umidade crítico, abaixo do qual a semente não suporta a secagem, pode ocasionalmente ocorrer entre diferentes lotes da mesma espécie (KING; ROBERTS, 1979; EIRA et al., 1994). Considerando que as caracte-rísticas ecofisiológicas da espécie são importantes para a conservação das sementes como regra geral, adotou-se a estratégia para as sementes de pinheiro-do-paraná a redução do grau de umidade até 38%, correspondente ao grau de umidade crítico (TOMPSETT, 1984; EIRA, 1994), seguido de armazenamento em ambiente com temperatura e umidade relativa do ar, controlados, conforme Bilia et al. (1998), que obtiveram resultados positivos com sementes de *Inga uruguensis*, ao reduzi-rem de 58% para 49%, o grau de umidade mantendo a qualidade fisiológica do lote em armazenamento. No caso do tratamento A (Figura 1), as variações do ambiente não controlado, provocaram alterações até que as sementes atingissem o equilíbrio higroscópico com 40% de umidade, promovendo condições para que os eventos típicos de processo germinativo em sua fase inicial fossem desencadeados. Estudos de ultra-estrutura conduzidos durante os últimos anos contri-buíram para a compreensão das diferentes respostas à desidratação apresentadas por sementes recalci-trantes comparativamente as sementes ortodoxas. As membra-nas das organelas celulares, o citoesqueleto e o nucleo-esqueleto são essenciais para o perfeito funcionamento da célula, e danos a essas estruturas durante a desidra-tação podem levar à perda de viabilidade. O estado de metabolismo celular reflete na diferenciação das mitocôndrias com sinais visíveis na síntese de membra-nas e proteínas fornecidas pelo complexo de Golgi e pelo retículo endoplasmático. Assim essas ultraestruturas demonstram os danos celulares causados pela secagem excessiva nas sementes recalci-trantes. As sementes recalci-trantes que passam pelos estágios iniciais de germinação quando armazenadas com grau de umidade acima do nível crítico de umidade, também apresentam os danos acima mencionados (BERJAK; PAMMENTER, 2000).

Como não houve condições plenas de umida-de, valores muito acima dos 40%, necessários para que ocorresse a germinação, as sementes perderam a viabilidade, pois apresentaram queda sequente até a perda total aos 180 dias de armazenamento. As causas de perda de viabilidade das sementes armazenadas nas condições do tratamento A, foram os danos sub celulares ocorridos devido ao início de divisão celular, que demandou maior disponibilidade de água para a

sequência do processo germinativo, conforme descrito por (CHIN et al., 1989).

Na análise dos demais tratamentos nessa mesma figura, nota-se que aos 180 dias de armazenamen-to, a viabilidade das sementes nos tratamentos C e D mantinham-se altas e semelhantes e, o tratamento B um pouco inferior a esses. Em função do equilíbrio higroscópico, as variações do grau de umidade das sementes foram mais intensas nos tratamentos C e D, embaladas em PEBD com 48 μ e 72 μ de espessura respectivamente, comparadas com o tratamento B, embalagem PEBD de 24 μ de espessura, portanto mais fina e por isso equilíbrio higroscópico mais rápido com o ambiente da câmara fria. O processo de deterioração das sementes a partir desse momento, 180 dias de armazenamento, acentuou-se nas sementes armazenadas nas condições do tratamento A, causando a perda da viabilidade pelas razões mencionadas por (CHIN et al., 1989). Os trata-mentos de armazenamento das sementes em ambiente controlado de câmara fria, B, C e D, com embalagens semipermeáveis de PEBD, de espessuras variadas, e por isso, com diferentes taxas de trocas gasosas entre as sementes e o ambiente influenciaram distintamente o equilíbrio higroscópico das sementes, constituindo-se no diferencial entre esses tratamentos, cujas espessuras das embalagens utilizadas foram 24 μ , 48 μ e 72 μ , respectivamente. Esse diferencial influenciou na no equi-líbrio higroscópico que por consequência nas taxas de trocas gasosas e por afetou de forma distinta a viabi-lidade e vigor das sementes armazenadas sob essas condições. A análise da Figura 1, tratamento C, perce-be-se que as sementes armazenadas sob essas condi-ções perderam a viabilidade aos 540 dias de armazena-mento e aquelas sob as condições do tratamento D aos 630 dias de armazenamento, ainda que esse tratamento apresentasse o melhor desempenho dentre os testa-dos nesse trabalho, ambos apresentaram velocidade maior de deterioração de suas sementes pela constante e ampla variação do grau de umidade das sementes e por consequência do equilíbrio higroscópico entre as sementes e o ambiente externo, o que provocou a perda da viabilidade. Em contrapartida, as sementes armaze-nadas sob as condições do tratamento B o equilíbrio higroscópico foi estabelecido no início e manteve-se estável até o encerramento do experimento, sendo esse o fator principal para a redução da velocidade de deterioração das sementes. Os resultados obtidos nesse trabalho coincidem com as observações de Almeida et al. (2003) que relata a importância do equilíbrio da composição gasosa da combinação do gás carbônico e oxigênio do ambiente interno da embalagem com o ambiente externo, em função da própria respiração da semente e da permeabilidade da embalagem aos gases. O teste de vigor das sementes revela as características fisiológicas deletérias mais sutis resultantes do avanço



Figura 1. Relação grau de umidade germinação das sementes do pinheiro-do-paraná durante o armazenamento.

da deterioração que não são revelados pelo teste de germinação durante o armazenamento. Analisando-se a Figura 2, pode-se constatar que o índice de vigor das sementes de todos os tratamentos foi semelhante aos 90 dias com leve superioridade nesse período aquelas do tratamento A, contudo ampliada aos 180 dias de armazenamento. Em seguida, as sementes desse tratamento (A) perderam a viabilidade. Nesse mesmo período pode-se notar que houve um aumento do grau de umidade das sementes desse tratamento até a perda da viabilidade, confirmando as observações de (CHIN et al., 1989).

Aos 270 dias de armazenamento os índices de vigor dos tratamentos B, C e D mantiveram-se semelhantes, contudo houve um aumento significativo do grau de umidade dos tratamentos D, B e C, acentuado aos 360 dias de armazenamento, quando o vigor das sementes do tratamento C aumentou enquanto B e D se mantiveram estáveis e semelhantes, podendo-se constatar

que o grau de umidade das sementes dos tratamento B, C e D também aumentaram. As variações do grau de umidade das sementes, decorrentes do estabelecimento do equilíbrio higroscópico e gasoso com o ambiente da câmara fria, variável em função das diferenças de espessura das embalagens de PEBD, produziu efeito sobre o vigor das sementes em cada tratamento. Assim pode-se observar que as sementes armazenadas sob as condições do tratamento D foram aumentado o grau de umidade desde os 540 até os 630 dias, quando perderam totalmente a viabilidade concomitantemente com o declínio do vigor das sementes. As sementes armazenadas sob as condições do tratamento B e C também apresentaram o mesmo comportamento, contudo no caso do tratamento B e do A, apresentaram uma característica que consistiu da elevação do grau de umidade seguida de um pico do índice de vigor das sementes com posterior redução e perda da viabilidade das sementes em ambos.

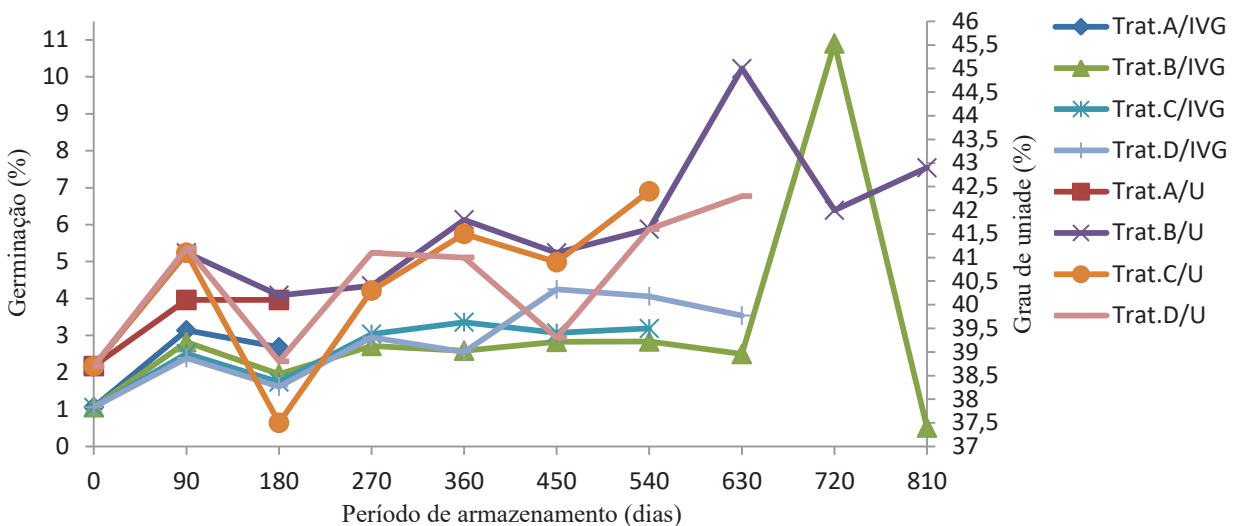


Figura 2. Relação grau de umidade e vigor das sementes do pinheiro-do-paraná durante o armazenamento.



A Figura 3 mostra a importância da utilização do vigor e da germinação na determinação da qualidade fisiológica de um lote de sementes de pinheiro-do-paraná. Assim comparando-se a germinação das sementes do tratamento A aos 90 e 180 dias de armazenamento percebe-se que são diametralmente opostas, pois esse tratamento apresentou a pior germinação dentre os tratamentos testados, em contrapartida o melhor índice de vigor das sementes. Os tratamentos B, C e D apresentaram índices de vigor semelhantes até os 270 dias de armazenamento, contudo germinações diferentes, maiores em D, C e B respectivamente, confirmando a importância de ambos os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes dessa espécie.

A análise comparativa da evolução do comportamento comparativo do vigor e da germinação dos tratamentos B, C e D, percebe-se claramente que ao longo do período do experimento todos apresentaram redução na germinação, mais acentuada no tratamento B, menor no C até a perda da viabilidade das sementes aos 540 dias de armazenamento e ainda menos intensa no tratamento D até a perda da viabilidade das sementes aos 630 dias de armazenamento. No caso desses tratamentos os índices de vigor apresentaram o mesmo comportamento da germinação dos tratamentos C e D até a perda da viabilidade das sementes em ambos aos 540 e 630 dias após a instalação do experimento.

Conclusões

O sucesso na conservação das sementes do pinheiro-do-paraná em armazenamento é uma sequência de procedimentos que começam com a coleta das sementes no ponto de maturação fisiológica seguido de adequada

secagem e do ambiente e a embalagem de armazenamento apropriado para que a velocidade de deterioração seja minimizada, conforme abaixo descrito:

A coleta das pinhas deve ocorrer na árvore matriz, quando apresentam coloração verde-amarronzada, para extração dos pinhões, que devem ser colocados em seguida em embalagem permeável e ambiente de câmara seca para redução lenta e gradual de seu grau de umidade até 38%.

As sementes com o grau de umidade de 38% devem ser acondicionadas em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) selada de 24 µ de espessura e armazenadas em câmara fria para a manutenção de 53,47 % da germinação inicial e com o maior índice de vigor dentre os tratamentos testados aos 720 dias de armazenamento.

O alto grau de umidade das sementes e do ambiente favoreceu a proliferação de fungos que afetaram sua viabilidade em armazenamento.

No caso das sementes de pinheiro-do-paraná, recomenda-se que a avaliação da qualidade fisiológica seja feita pelo teste de germinação e de vigor.

Referências

ALMEIDA, R. F. de; PINTO, L. K. de A.; COELHO, E. M. Utilização de filme de polietileno de baixa densidade no armazenamento refrigerado de frutos de mamoeiro (*Carica papaya L.*). Piracicaba: Papaya Brasil, 2003. 282 p.

AQUILA, M. E. A.; FERREIRA, A. G. Germinação de sementes escarificadas de *Araucaria angustifolia* em solo. *Ciência e Cultura*, v. 36, n. 9, p. 1583-1589, 1984.

BILIA, D. A. C.; MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Conservação da qualidade fisiológica de sementes de *Ingá uruguensis*. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, n. 1, p. 48-54, 1998.

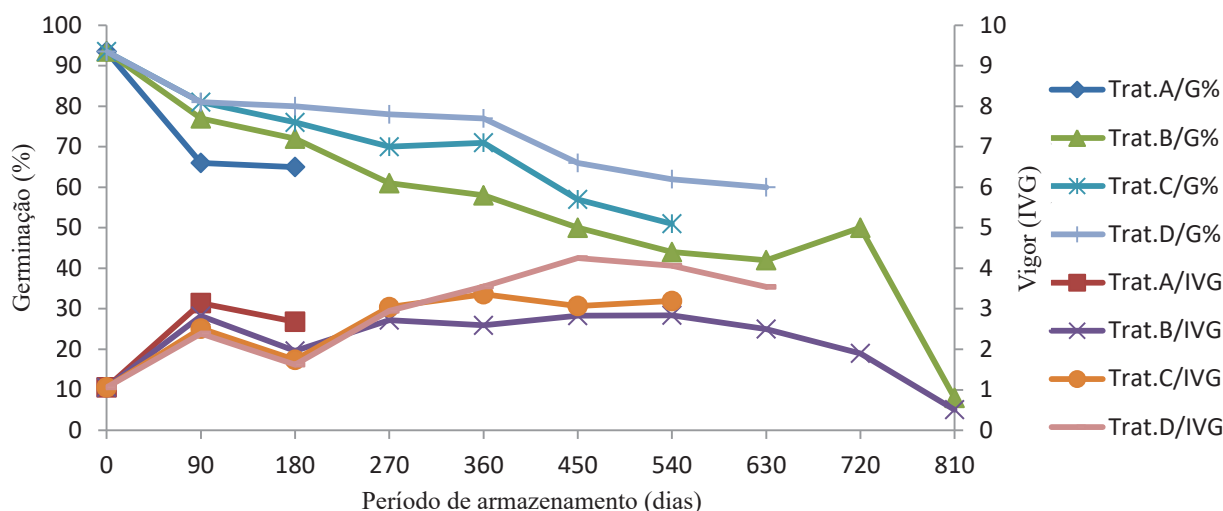


Figura 3. Relação germinação e vigor das sementes do pinheiro-do-paraná durante o armazenamento.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria IBAMA nº 37-N, de 03 de abril de 1992** Reconhece como lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção a relação que apresenta. Brasília, DF, 1992.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

CHIN, H. F.; HOR, Y. L.; LASSIM, M. B. Identification of recalcitrant seeds. **Seed Science and Technology**, v. 12, p. 429-436, 1989.

CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; TOLEDO, F. F. de. Efeitos do tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de sementes de seringueira. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v. 43, n. 2, p. 763-787, 1986.

CORBINEAU, F.; SALMEN ESPINDOLA, L.; VINEL, D.; CÔME, D. Cellular and metabolic events associated with dehydration of recalcitrant *Araucaria angustifolia* embryos. In: ELLIS, R.H. et al. (Ed.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Reading, United Kingdom, 1995. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1997. p.715-721.

COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. de. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2003.

EIRA, M. T. S.; SALOMÃO, A. N.; CUNHA, R.; CARRARA, D. K.; MELLO, C. M. C. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 1, p. 71-75, 1994.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Germination-associated events and desiccation sensibility of recalcitrant seeds: a study on three unrelated species. **Planta**, v. 178, n. 2, p. 189-198, 1989.

FERREIRA, A. G. ***Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze**: germinação da semente e desenvolvimento da plântula. 1977. 123 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

FOWLER, J. A. P. **Aspecto visual das pinhas e a qualidade fisiológica e sementes de pinheiro-do-paraná**. 2015. Trabalho não publicado.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A.; ZANON, A. **Conservação de sementes de pinheiro do Paraná sob diferentes condições de ambientes e embalagens**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1998. 4 p. (EMBRAPA-CNPQ. Comunicado técnico, 34).

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

IBGE. **Estatísticas: produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=o-que-e> >. Acesso em: 20 jan. 2018.

KING, M. W.; ROBERTS, E. H. **The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches**. Rome: IBPGR, 1979. 96 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, nesp, p.56-69, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF, 1985. 289 p.

PRITCHARD, H. W. Classification of seed storage 'types' for *ex situ* conservation in relation to temperature and moisture. In: GUERRANT, E. O.; HAVENS, K.; MAUNDER, M. (Ed.). **Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild**. Washington, DC: Island Press, 2004. p. 139-161.

RAMOS, A. **Deterioração de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze.) em envelhecimento natural e artificial e suas influências na produção de mudas**. 1987. 289 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SALMEN-ESPINDOLA, L.; NOIN, M.; CORBINEAU, F.; COME, D. Cellular and metabolic damage induced by desiccation in recalcitrant *Araucaria angustifolia* embryos. **Seed Science Research**, v. 4, n. 2, p. 193-201, 1994.

SANTOS, A. J. dos; CORSO, N. M.; MARTINS, G.; BITTENCOURT, E. Aspectos produtivos e comerciais do pinhão no Estado do Paraná. **Floresta**, v. 32, n. 2, p. 163-169, 2002. DOI: 10.5380/uf.v32i2.2281.

TOMPSETT, P. B. Desiccation studies in relation to the storage of Araucaria seed. **Annals of Applied Biology**, v. 105, n. 3, p. 581-586, 1984.

TOMPSETT, P. B. Manejo e armazenamento de sementes de *Agathis* spp e *Araucaria* spp. **Silvicultura**, v. 8, n. 30, p. 290-293, 1993.

WEN, B. Storage of recalcitrant seeds: a case study of the Chinese fan palm, *Livistona chinensis*. **Seed Science & Technology**, v. 37, p. 167-179, 2009. DOI: 10.15258/sst.2009.37.1.19.