

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze  
SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO E A ESCARIFICAÇÃO**

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze SEEDS SUBMITTED TO  
DIFFERENT STORAGE CONDITIONS AND ESCARIFICATION

Álvaro Valente Caçola<sup>1</sup> Cassandro Vidal Talamini do Amarante<sup>2</sup>  
Frederico Dimas Fleig<sup>3</sup> Clenilso Sehnen Mota<sup>4</sup>

**RESUMO**

As sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (pinheiro-do-Paraná) são recalcitrantes e, portanto, perdem rapidamente a viabilidade após a colheita, o que dificulta a sua utilização na produção de mudas. Este trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos do tempo de armazenamento refrigerado, do método de conservação e da escarificação na germinação e vigor das sementes de *Araucaria angustifolia*. As sementes foram submetidas a 0, 60, 120 e 180 dias de armazenamento refrigerado (0-1°C/90-95% de UR), em condições de ar normal (AN), atmosfera modificada (AM) e atmosfera controlada (AC). Em cada período de remoção da câmara fria, as sementes foram escarificadas (pelo do corte de uma pequena parte da ponta do tegumento, sem danificar o endosperma) ou não, e colocadas para germinar em condições controladas de câmara de crescimento, em bandejas contendo vermiculita, durante 60 dias. O trabalho seguiu o delineamento inteiramente casualizado, segundo um fatorial 4 x 3 x 2, correspondendo a quatro tempos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias), três métodos de conservação (AN, AM e AC), com e sem escarificação, com quatro repetições. Foi observada a manutenção da qualidade fisiológica de sementes de *Araucaria angustifolia* armazenadas sob diferentes métodos de conservação, em condições de refrigeração, durante o período de até 180 dias. No entanto, a velocidade da germinação e o crescimento inicial das plântulas foi maior em sementes armazenadas em câmara refrigerada durante 60 dias do que em sementes utilizadas imediatamente após a colheita ou armazenadas durante períodos maiores de tempo, de 120-180 dias. O armazenamento de sementes em condições de AN, acondicionadas em embalagem perfurada, mostrou-se igual ou ligeiramente superior aos métodos de armazenamento em AM e AC na preservação da qualidade das sementes. A escarificação das sementes após o armazenamento refrigerado aumentou o vigor e promoveu o crescimento inicial de plântulas de *Araucaria angustifolia*.

**Palavras-chave:** Pinheiro-do-Paraná; conservação pós-colheita; tempo de armazenamento refrigerado.

**ABSTRACT**

The seeds of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze are recalcitrants and, therefore, they lose rapidly the viability after the harvest, limiting their use for nursery production of seedlings. This work was carried out to investigate the effects of cold storage duration, conservation method, and scarification on germination and vigour of seeds of *Araucaria angustifolia*. The seeds were cold stored (0-1°C/90-95% RH) for 0, 60, 120, and 180 days, under normal air conditions (NA), modified atmosphere (MA), and controlled atmosphere (CA) storage. For each cold storage duration, after removal from cold storage, the seeds were submitted or not to scarification (by cutting a small portion of the apical seed tegument, avoiding the damage of the endosperm), letting the germinate in a chamber with controlled environment, in plastic trays filled with vermiculite, for 60 days. The experiment followed the completely randomized factorial design (4x3x2), with four cold storage durations (0, 60, 120, and 180 days), three storage methods (NA, MA, and CA), with or without scarification, and four replicates. There was a good preservation of physiological quality for seeds submitted to different conservation methods in cold storage along the 180-day period. However, there was a

1. Engenheiro Florestal, MSc., Professor da Escola Agrotécnica Federal de Rio do Sul, Estrada do Redentor, 5665, Alto Serra Canoas, CEP 89160-000, Rio do Sul (SC). avc1961@hotmail.com
2. Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Caixa Postal 281, CEP 88502-970, Lages (SC). Bolsista do CNPq. amarante@cav.udesc.br
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). fdfleig@smail.ufsm.br
4. Acadêmico do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Caixa Postal 281, CEP 88502-970, Lages (SC). Bolsista de Iniciação Científica. a6csm@cav.udesc.br

Recebido para publicação em 22/06/2005 e aceito em 16/10/2006.

faster germination and initial growth of seedlings for seeds left in cold storage for 60 days than in seeds assessed at harvest or left in cold storage for 120-180 days. The NA storage of seeds in perforated plastic bags was as efficient as MA and CA storage to preserve seeds quality. Seeds scarification increased vigor and promoted seedlings initial growth of *Araucaria angustifolia* after being removed from cold storage.

**Keywords:** “Paraná” pinetree; postharvest preservation; cold storage duration.

## INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como “mata-de-araucária” ou “pinheiral”, em consequência da presença do pinheiro-do-Paraná, *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), o qual domina o dossel e caracteriza fisionomicamente essa formação florestal, é um tipo de vegetação do planalto meridional. Sua dispersão apresenta disjunções florísticas encontradas nas serras do mar e da Mantiqueira, no leste do País. O pinheiro-do-Paraná tem seu ponto mais setentrional de ocorrência na serra do Caparaó, próximo à fronteira de Minas Gerais e Espírito Santo e em pontos isolados da borda sul do planalto meridional, por exemplo, em Santa Maria, RS (Veloso et al., 1991).

Após o intenso desmatamento do pinheiro-do-Paraná, durante as últimas décadas, na Região Sul do Brasil, o seu cultivo tem recebido forte incentivo por parte de órgãos governamentais, estaduais e municipais, ligados ao meio ambiente e à agricultura. Para a recuperação de matas de pinheiro-do-Paraná, tanto como área de preservação como para produção de madeira, a semente é a base para todo o investimento florestal. A reprodução pode se dar no viveiro florestal ou a campo, em sistema de plantio direto. As práticas de viveiro para a produção das mudas do pinheiro-do-Paraná demandam muito tempo, pelo menos 12 meses, o que eleva o custo de aquisição das mudas por parte dos silvicultores (Prange, 1964). O plantio direto a campo logo após a coleta das sementes não é recomendável, pois as baixas temperaturas comuns nesta época retardam a germinação, facilitando a predação destas por roedores, aves e primatas (Lorenzi, 2000).

A germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* ocorre em 30-35 dias em condições controladas de câmaras de germinação, e em 60-120 dias quando em semeadura direta no solo (Rizzini, 1978). Para acelerar a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia*, Souza e Cardoso (2003) sugerem a escarificação, por meio do corte da ponta da casca da semente. Segundo os autores, sementes escarificadas apresentam maior potencial e precocidade de germinação e produzem plântulas mais uniformes, enquanto a germinação das sementes inteiras é mais lenta e resulta em perdas, pois estão sujeitas às contaminações por fungos.

As sementes de *Araucaria angustifolia* são recalcitrantes e portanto perdem rapidamente a viabilidade germinativa após a colheita, por causa da desidratação (Carneiro e Aguiar, 1993; Eira et al., 1994; Carvalho e Nakagawa, 2000). Segundo Rizzini (1978) o poder germinativo de sementes de *Araucaria angustifolia* é inferior a 30% aos seis meses após a colheita e ao fim do primeiro ano, está praticamente esgotado. Lorenzi (2000) afirma que a viabilidade das sementes é gradualmente diminuída após sua colheita, sendo perdida totalmente aos 120 dias. Em decorrência da rápida perda da viabilidade e como só poderão ser usadas convenientemente a partir do mês de outubro, Prange (1964) recomenda que as sementes de *Araucaria angustifolia* sejam conservadas por um período de 6-8 meses.

Suiter Filho (1966) mostra que as sementes de *Araucaria angustifolia* conservaram melhor sua qualidade fisiológica no ambiente em que a umidade relativa do ar foi mantida a 80%, com temperatura de 3-5°C e embaladas em sacos plásticos. O acondicionamento de sementes em embalagens plásticas reduz a perda de água, favorecendo assim a sua conservação (Popinigis, 1985).

Condições de atmosfera controlada (AC) e atmosfera modificada (AM) implicam na adição e remoção de gases que resultam em uma composição atmosférica diferente do ar normal. Armazenamento em AC se refere à redução dos níveis de O<sub>2</sub> e aumento das concentrações de CO<sub>2</sub>. O armazenamento em AM é usado quando a composição da atmosfera não é controlada, como em embalagens de filmes plásticos selados, em que a mudança de composição da atmosfera ocorre como resultado da atividade respiratória. Assim, redução nas concentrações de O<sub>2</sub> e aumento nas concentrações de CO<sub>2</sub> no interior da embalagem estende o tempo de estocagem, sendo geralmente utilizado como um suplemento à redução na temperatura (Wills et al., 1998). O armazenamento refrigerado em condições de AC/AM reduz a taxa respiratória, bem como a síntese e ação do hormônio etileno, reduzindo assim a atividade de processos fisiológicos que levam à maturação e

senescência de tecidos vegetais (Taiz e Zieger, 2004). Em vez de condições de anoxia, são usados baixos níveis de O<sub>2</sub> para impedir que as tensões desse gás nos tecidos baixem a ponto de estimular o metabolismo fermentativo (Wills *et al.*, 1998).

Estevez e Galletti (1997) obtiveram preservação da qualidade fisiológica de sementes de *Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch por até seis meses, com a utilização de AC (com níveis de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> de 10-20% e 5% respectivamente) e refrigeração (0°C/90% de UR). Carrillo *et al.* (2003) trabalhando com preservação de sementes de *Araucaria angustifolia* recomendam usar temperatura de 0°C e embalagens de polietileno e acetato de vinil etil seladas, criando condições de AM. Tais condições foram apropriadas para o armazenamento, mantendo uma eficaz capacidade germinativa por um período de até dois anos.

Este trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos do tempo de armazenamento refrigerado, o método de conservação e a escarificação, na germinação e vigor das sementes de *Araucaria angustifolia*.

## MATERIAL E MÉTODOS

As sementes da *Araucaria angustifolia* foram adquiridas nos municípios de Ipê, RS e Lages, SC, em áreas de ocorrência natural. As pinhas foram coletadas no período de 4 a 6/06/2003. No beneficiamento as sementes foram separadas das pinhas e acondicionadas em embalagens de polietileno transparente, com espessura de 0,5 µm, dimensões de 0,25 x 0,35 m e contendo aproximadamente 240 sementes/embalagem.

As sementes foram submetidas a 0, 60, 120 e 180 dias de armazenamento refrigerado (0-1°C/90-95% de UR). O armazenamento foi realizado no dia 13/06/2003, em câmara refrigerada da empresa Yakult S/A, em Lages-SC. As câmaras de armazenamento tinham um volume interno de 1.200 m<sup>3</sup>, apresentando as seguintes especificações técnicas: câmaras SABROE, com portas termoisolantes da empresa DANICA Termo-industrial, modelo CM-E1; compressores para sistema de refrigeração da empresa MAYCON 1N8A; compressor de ar; unidade central de análise e controle de gases modelo ST-CONTROLLER 2.000.

As sementes foram colocadas nas câmaras refrigeradas e submetidas aos métodos de conservação: ar normal (AN), atmosfera controlada (AC) e atmosfera modificada (AM). No tratamento com AM, as embalagens de polietileno foram seladas hermeticamente, enquanto nos tratamentos com AN e AC, as embalagens de polietileno foram seladas e perfuradas (quatro perfurações de 0,5 cm de diâmetro em cada embalagem). No tratamento com AC, a atmosfera de armazenamento apresentava níveis de O<sub>2</sub> de 2,4kPa e de CO<sub>2</sub> de 0,6kPa.

Nos diferentes tempos de armazenamento, as sementes correspondentes a cada método de conservação (AN, AM e AC) foram submetidas ou não a escarificação antes da avaliação de germinação e vigor. A escarificação foi realizada por método mecânico pela remoção da extremidade de fixação da semente na pinha, com corte de 3 mm da ponta, com descrito por Souza e Cardoso (2003). As sementes sem escarificação permaneceram intactas.

Para os testes de germinação e vigor, usou-se câmara de crescimento com controle programável modular da marca HERAEUS VÖTSCH, modelo HPS 2000, regulada para temperatura de 15°C à noite e 25°C durante dia, fotoperíodo de 12 horas com luz e 12 horas de escuro e umidade relativa do ar de 80%. As regas eram periódicas, com intervalos médios de três dias.

Cada repetição de tratamentos, envolvendo método de conservação, com e sem escarificação, foi disposta em bandejas plásticas brancas com dimensões de 55,5 x 37,4 x 9,0 cm. Para evitar acúmulo de umidade, elas foram perfuradas na parte inferior. Utilizou-se como substrato uma mistura 1/1 de vermiculita fina e grossa. A sementeira foi realizada em oito linhas, com 25 sementes cada. As sementes foram inseridas na vermiculita com ângulo aproximado de 45° em relação ao plano horizontal. As bandejas foram distribuídas de forma aleatória nas três prateleiras da câmara de crescimento, sendo semanalmente mudadas de prateleira e de posição nesta.

Completados 60 dias de colocação das sementes na câmara de crescimento, as bandejas foram retiradas e as sementes discriminadas em germinadas ou não-germinadas, e quando germinadas, em plântulas emergidas ou não-emergidas.

Em intervalos de 5 dias, durante o período total de 60 dias em que as sementes foram colocadas para

germinar, foram feitas avaliações individuais em cada semente do tempo para a germinação e para a emergência. Na avaliação da germinação, o tempo em dias foi estimado considerando a observação visual da movimentação do substrato que, na verdade, correspondeu ao momento em que a radícula tocou o fundo da bandeja, deslocando a semente para cima. Na avaliação da emergência, considerou-se o momento em que ocorreu o aparecimento do ápice da parte aérea na superfície do substrato.

Para avaliação de vigor, usou-se o teste do crescimento de plântulas, representado pela medida do comprimento total da parte aérea (cm), que compreende a distância do colo da plântula até a gema apical das folhas (Popinigs, 1985). Essa medida se deu imediatamente após a avaliação da germinação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, segundo um fatorial 4 x 3 x 2, correspondendo a quatro tempos de armazenamento refrigerado (0, 60, 120 e 180 dias), três métodos de armazenamento (AN, AM e AC), com e sem escarificação, com quatro repetições. Para os testes de germinação e vigor, cada repetição correspondeu a cem sementes.

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados pelo teste F. No caso de significância a 5% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a percentagem de germinação (avaliada 60 dias após a remoção da câmara fria), houve um incremento significativo ( $P \leq 0,05$ ) com o aumento no período de armazenamento das sementes (Figura 1).

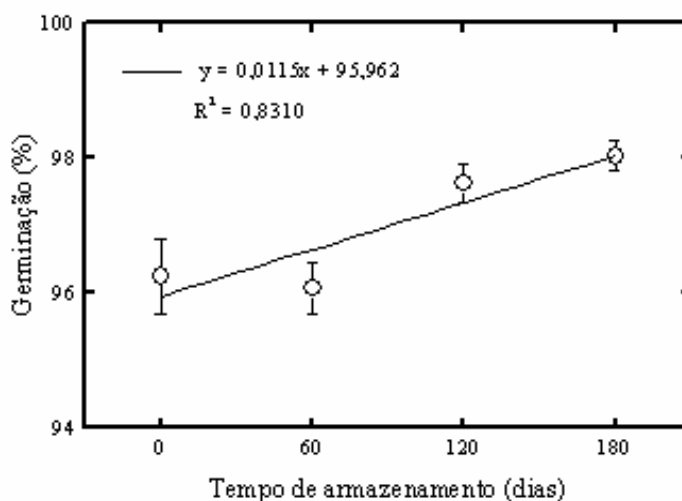


FIGURA 1: Percentagem de germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* em função do tempo de armazenamento refrigerado. O valor de germinação (%) em cada tempo de armazenamento representam a média de todos os métodos de conservação (AN, AM e AC), de sementes com e sem escarificação. A germinação foi avaliada 60 dias após a remoção da câmara fria. Cada ponto representa o valor médio  $\pm$  erro-padrão da média.

FIGURE 1: Percentage of germination of *Araucaria angustifolia* seeds after different times of refrigerated storage. The value of germination (%) for each storage duration represents the average of all storage methods (AN, AM e AC) of seeds with and without scarification. Seeds germination was assessed 60 days after the removal from cold storage. Each point represents the mean  $\pm$  standard error of the mean.

Todavia, não houve efeito dos métodos de conservação (Figura 2) e da escarificação (dados não-apresentados) na percentagem de germinação, nas diferentes épocas de avaliação. Não houve efeito de interação entre os diferentes fatores estudados (tempo de armazenamento, método de conservação e escarificação) nesta variável.

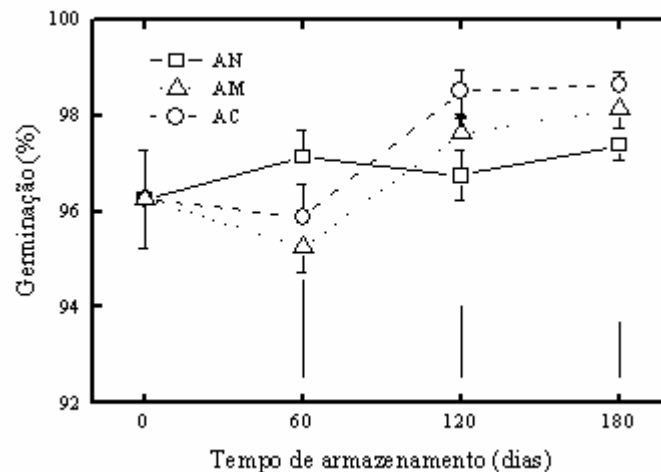


FIGURA 2: Percentagem de germinação de sementes de *Araucaria angustifolia*, em função do tempo de armazenamento e do método de conservação (AN = ar normal, AM= atmosfera modificada e AC = atmosfera controlada). Os valores de germinação (%) em cada tempo de armazenamento, para os diferentes métodos de conservação, representam a média de sementes com e sem escarificação. A germinação foi avaliada 60 dias após a remoção da câmara fria. Cada ponto representa o valor médio  $\pm$  erro-padrão da média. Diferenças mínimas significativas (DMS) entre método de conservação, para cada tempo de armazenamento, indicadas no interior da figura, foram calculada pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

FIGURE 2: Percentage of germination of *Araucaria angustifolia* seeds, as a function of time of conservation and method of conservation (AN = normal air, AM = modified atmosphere, and AC = controlled atmosphere). The values of germination (%) for each storage duration and storage method represent the average of seeds with and without scarification. Seeds germination was assessed 60 days after the removal from cold storage. Each point represents the average value  $\pm$  standard error of the average. Minimum significant differences (MSD) between treatments were calculated by Tukey's test ( $P \leq 0.05$ ), for each storage time, as indicated inside the figure.

Carrillo *et al.* (2003), pesquisando o armazenamento refrigerado de sementes de *Araucaria angustifolia* por 24 meses, observaram um incremento no percentual de germinação no período de até 6 meses à temperatura de 0°C. Os mesmos autores salientam ainda que a temperatura de armazenamento exerceu influência positiva na preservação da capacidade germinativa da semente.

O tempo de armazenamento das sementes de *Araucaria angustifolia* influenciou significativamente o crescimento inicial das plântulas, determinado por meio da quantificação do comprimento da parte aérea 60 dias após a colocação das sementes em substrato à base de vermiculita, em câmara de crescimento (Figura 3A). Os comprimentos médios das plântulas originadas de sementes armazenadas durante 0 (recém-colhidas), 60, 120 e 180 dias foram de 3,3 cm, 7,4 cm, 4,3 cm e 3,7 cm, respectivamente. Com a ampliação do tempo de armazenamento das sementes além dos 60 dias, o comprimento das plântulas reduziu gradualmente (Figura 3A). Os tempos para a germinação (Figura 3B) e para a emergência (Figura 3C) também foram significativamente menores em sementes armazenadas em câmara fria durante 60 dias, em relação às sementes recém-colhidas (tempo zero) e às armazenadas durante 180 dias. No caso do tempo para a germinação, não foi observada diferença significativa entre os períodos de armazenamento de 60 e 120 dias (Figura 3B), enquanto para o tempo para a emergência, os valores aumentaram de 60 para 120 dias (Figura 3C).

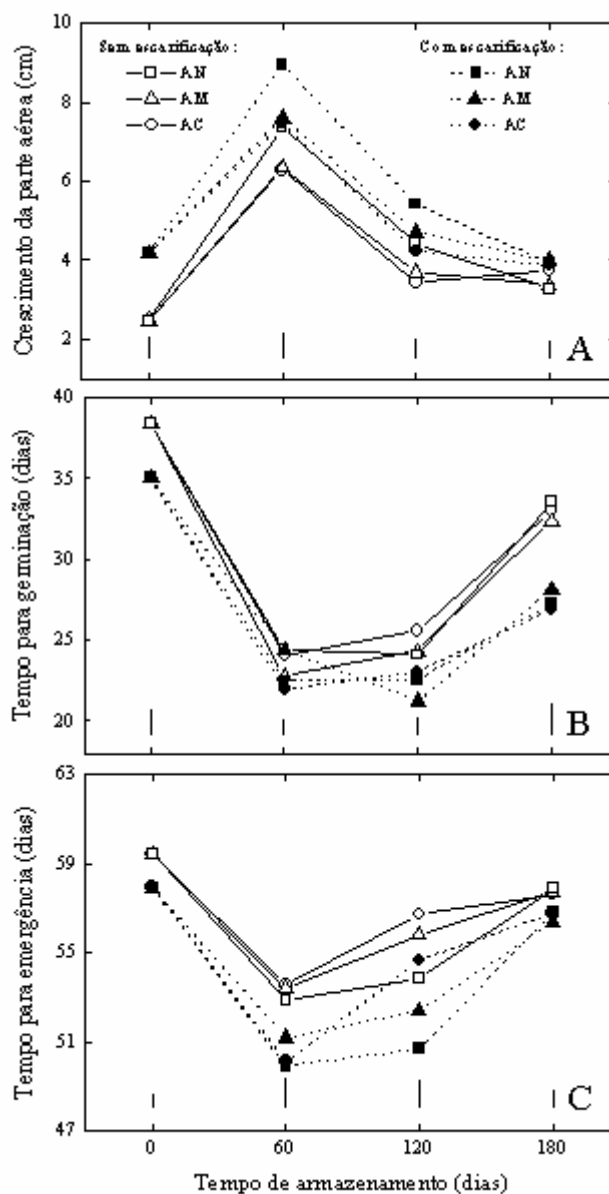


FIGURA 3: Comprimento da parte aérea (A), tempo para a germinação (B) e emergência de plântulas (C) de *Araucaria angustifolia* em função do método de conservação (AN = ar normal, AM = atmosfera modificada e AC = atmosfera controlada), da escarificação e do período de armazenamento refrigerado das sementes. Diferenças mínimas significativas (DMS) entre tratamentos, para cada tempo de armazenamento, indicadas no interior da figura, foram calculada pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

FIGURE 3: Aerial part length (A), period of time for germination (B) and seedlings emergency (C) of *Araucaria angustifolia* as a function of method of conservation (AN = normal air, AM = modified atmosphere and AC = controlled atmosphere), scarification and cold storage period. Minimum significant differences (MSD) between treatments were calculated by Tukey's test ( $P \leq 0.05$ ), for each storage time, as indicated inside the figure.

O maior crescimento da parte aérea das plântulas e a maior velocidade de germinação e emergência observadas em sementes armazenadas durante 60 dias, em relação ao observado em sementes recém-colhidas, pode ser decorrente da quebra de dormência ocorrida durante o período de exposição a baixas temperaturas, que variaram entre 0° e 1°C. A exemplo disso, Carrillo *et al.* (2003) demonstraram que a

dormência inicial apresentada em sementes de *Araucaria angustifolia* é eliminada pelo curto armazenamento refrigerado. A redução posterior no crescimento das plântulas e a menor velocidade de germinação e emergência aos 180 dias de armazenamento, pode ser o resultado do avançado estágio de senescência das sementes, reduzindo assim a capacidade de mobilização e utilização de reservas. No entanto, ainda assim o comprimento médio das plântulas foi superior e os tempos para a germinação e a emergência inferiores em sementes armazenadas durante 120 e 180 dias, comparativamente a sementes recém-colhidas (Figura 3).

Plântulas originadas de sementes armazenadas em condições de AN apresentaram maior comprimento de parte aérea em relação a sementes armazenadas em condições de AM e AC, especialmente aos 60 e 120 de armazenamento refrigerado (Figura 3A). Sementes armazenadas em condições de AN apresentaram também menor tempo para emergência em relação a sementes armazenadas em condições de AM e AC, especialmente em sementes escarificadas (Figura 3C). No entanto, não houve um efeito do método de armazenamento no tempo para germinação das sementes (Figura 3B). O menor comprimento de parte aérea das plântulas e o maior período para germinação das sementes armazenadas em condições de AM e AC parece refletir dano fisiológico ocasionado ao embrião das sementes por causa da excessiva modificação nas concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, levando ao acúmulo de piruvato, acetaldeído, lactato e etanol nos tecidos (Wills *et al.*, 1998). Isso pode ter, provavelmente, reduzido a velocidade inicial de crescimento da plântula, como resultado do processo de degradação/metabolização desses compostos durante os processos iniciais de germinação.

Quando as sementes foram escarificadas, houve incremento no comprimento da parte aérea das plântulas, bem como redução nos tempos para germinação e para emergência, independente do método de conservação (Figura 3). Em sementes escarificadas, o comprimento da parte aérea aumentou em 40%, 16%, 19% e 12%, após 0, 60, 120 e 180 dias de armazenamento respectivamente em relação a sementes não-escarificadas. O tempo para germinação em sementes escarificadas reduziu em 8,8%, 3,4%, 9,7% e 16,9%, após 0, 60, 120 e 180 dias de armazenamento respectivamente em relação a sementes não-escarificadas. No caso do tempo para emergência, tais reduções foram de 2,5%, 5,4%, 5,2% e 1,9%, após 0, 60, 120 e 180 dias de armazenamento respectivamente em sementes escarificadas, comparativamente a sementes não-escarificadas.

A escarificação não afetou a percentagem de sementes germinadas (dados não-apresentados). Os tratamentos com e sem escarificação apresentaram germinação de 96,8% e 97,2% respectivamente (valores médios destes tratamentos, considerando todos os tempos de armazenamento e métodos de conservação). Todavia, a escarificação causou uma significativa redução no tempo necessário para a germinação e emergência, e um incremento no crescimento da parte aérea das plântulas (Figura 3).

Os dados obtidos confirmam os resultados encontrados por Souza e Cardoso (2003), que mostraram maior potencial e precocidade de germinação e produção de plântulas mais uniformes, quando as sementes de *Araucaria angustifolia* foram escarificadas. Em sementes não-escarificadas, a casca representa um impedimento físico, retardando a embebição e expansão celular nos estádios iniciais de germinação das sementes (Ferreira e Handro, 1979; Doni Filho *et al.*, 1985). Portanto, a escarificação de sementes pode favorecer o vigor e o estabelecimento inicial de plântulas de *Araucaria angustifolia*.

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam a manutenção da qualidade fisiológica de sementes de *Araucaria angustifolia* armazenadas sob condições de refrigeração, acondicionadas em embalagens de polietileno, durante períodos de até 180 dias. No entanto, as sementes demonstraram certo grau de dormência imediatamente após a colheita, que foi superada pelo armazenamento refrigerado. Com isso, a velocidade da germinação e o crescimento inicial das plântulas foram maiores em sementes armazenadas durante 60 dias em câmara refrigerada do que em sementes utilizadas imediatamente após a colheita. O armazenamento durante períodos maiores de tempo reduziu substancialmente o vigor, possivelmente como resultado da desidratação e envelhecimento do embrião. Portanto, o armazenamento refrigerado de sementes de *Araucaria angustifolia* por períodos superiores a 60 dias, pode levar à redução no vigor. O armazenamento em condições de AN, com o acondicionamento em embalagem perfurada, mostrou-se igual ou superior aos métodos de armazenamento em AM e AC. A escarificação das sementes após a sua remoção do armazenamento refrigerado, mostrou-se viável, visando a favorecer o vigor e o estabelecimento inicial de plântulas de *Araucaria angustifolia*.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que:

Houve aumento na porcentagem de germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* com o aumento no período de armazenamento refrigerado.

A velocidade da germinação e o crescimento inicial das plântulas foi maior em sementes armazenadas em câmara refrigerada durante 60 dias do que em sementes utilizadas imediatamente após a colheita ou armazenadas durante períodos longos de tempo, de 120-180 dias.

O armazenamento de sementes em condições de AN, com o acondicionamento em embalagem perfurada, mostrou-se igual ou superior aos métodos de armazenamento em AM e AC.

A escarificação das sementes reduziu o período de germinação e emergência e aumentou o comprimento da parte aérea das plântulas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro a este projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p. p.333-350.
- CARRILLO, V.P.; CHAVES, A.; FASSOLA, H. *et al.* Refrigerated storage of seeds of *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Kuntze over a period of 24 months. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v. 31, n. 2, p. 411-421, 2003.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- DONI FILHO, L.; AMARAL, L.; CERVI, P.H. Métodos para testar o poder germinativo das sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 2, p.113-123, 1985.
- EIRA, M.S.T.; SALOMÃO, A.N.; CUNHA, R. *et al.* Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze - Araucariaceae. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, v.16, n. 1, p. 71-75, 1994.
- ESTEVEZ, A.M.; GALLETI, L. Postharvest storage of "piñones" from *Araucaria araucana* [(Mol.) C. Koch] under controlled atmosphere conditions. **Postharvest Horticulture Series**, Davis, n.17, p. 185-189, 1997.
- FERREIRA, A.G.; HANDRO, W. Aspects of seed germination in *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 67-71, 1979.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1. 384p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- PRANGE, P.W. Estudo de conservação do poder germinativo das sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, v.16, n.16, p.43-53, 1964.
- RIZZINI, C.T. **Árvores de madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. 2.ed. São Paulo: EdgarBlücher, 1978. 296p.
- SOUZA, M.S.R.; CARDOSO, E.J.B.N. Practical method for germination of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze seeds. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 389-391, 2003.
- SUITER FILHO, W. **Conservação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**. Piracicaba: ESALQ, 1966. 17p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- VELOSO, H. P. ; RANGEL FILHO, A. L R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.
- WILLS, R.H.; MCGLASSON, W. B.; GRAHAM, D. *et al.* **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4.ed. Adelaide: University of New South Wales, 1998. 262p.