

## QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARAUCÁRIA DURANTE ARMAZENAMENTO

### SANITARY AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF ARAUCARIA SEEDS DURING STORAGE

Hagata Siqueira Hennipman<sup>1</sup> Álvaro Figueredo dos Santos<sup>2</sup> Elisa Serra Negra Vieira<sup>3</sup>  
Celso Garcia Auer<sup>4</sup>

#### RESUMO

*Araucaria angustifolia* é uma espécie de importância ecológica e socioeconômica na região Sul do Brasil, porém, em risco de extinção. Sua semente é classificada como recalcitrante, necessitando armazenamento sob temperatura e umidade relativa controladas para maior longevidade. Outro aspecto refere-se à qualidade sanitária das sementes, a qual é prejudicada pelo elevado teor de água que causa a proliferação de fungos, os quais podem reduzir a germinação. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de araucária desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,5; 1 e 3 % e submetidas a diferentes períodos de armazenamento (2, 4, 6, 8 e 12 meses). A qualidade das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, vigor e sanidade. A desinfestação das sementes, independentemente da concentração utilizada, retardou temporariamente a germinação das mesmas, porém, não afetou negativamente a emergência das plântulas. Após 12 meses de armazenamento, verificou-se a infecção das sementes por *Schizophyllum commune*, o que causou a redução da germinação. As sementes tratadas com NaClO apresentaram menor incidência de fungos, especialmente *Schizophyllum commune*, garantindo a qualidade sanitária das mesmas durante o armazenamento por 12 meses. O tratamento com NaClO favorece positivamente a qualidade fisiológica das sementes de araucária que serão armazenadas por período superior a 4 meses.

**Palavras-chave:** *Araucaria angustifolia*; germinação; vigor; patologia de sementes.

#### ABSTRACT

*Araucaria angustifolia* is a species of ecological and social-economic importance in the southern Brazil region, but it is at risk of extinction. Its seeds are classified as recalcitrant, requiring storage under controlled temperature and humidity to obtain greater longevity. Another aspect is the seed health quality, which is impaired by high seed moisture content that causes fungus proliferation and may reduce germination and seedling quality. The objective of this study was to evaluate the physiological and sanitary quality of araucaria seeds treated with 0.5, 1 and 3 % of sodium hypochlorite (NaClO) and stored at different periods (2, 4, 6, 8 and 12 months). The seed quality was evaluated by germination, vigor and seed health tests. The disinfection of seeds, regardless of the concentration used, temporarily delayed the seed germinations, but did not negatively affect seedling emergence. After 12 months of storage, the seeds showed infection by *Schizophyllum commune*, which caused the reduction of the germination. The seeds treated with NaClO showed lower fungal incidence, especially *Schizophyllum commune*, ensuring the seed health quality during storage for 12 months. The treatment with NaClO positively favors the physiological quality of Araucaria seeds that will be stored for a period exceeding four months.

1 Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Bairro Juvevê, CEP 80035-050, Curitiba (PR), Brasil. [agronomahagatasiqueira@yahoo.com.br](mailto:agronomahagatasiqueira@yahoo.com.br)

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira Km 111 s/n, Bairro Guaraituba, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. [alvaro.santos@embrapa.br](mailto:alvaro.santos@embrapa.br)

3 Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira Km 111 s/n, Bairro Guaraituba, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. [elisa.vieira@embrapa.br](mailto:elisa.vieira@embrapa.br)

4 Engenheiro Florestal, Dr., Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira Km 111 s/n, Bairro Guaraituba, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. [celso.auer@embrapa.br](mailto:celso.auer@embrapa.br)

**Keywords:** *Araucaria angustifolia*; germination; vigour; seed pathology.

## INTRODUÇÃO

A araucária ou pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) é uma espécie que faz parte do Bioma Mata Atlântica. No início do século XX, aproximadamente 35 % da cobertura vegetal dos estados do Sul do Brasil estavam representados por essa floresta e, atualmente, estima-se que os remanescentes ocupem entre 1-4% da área original (LIMA; CAPOBIANCO, 1997). A araucária teve sua intensiva exploração devido ao valor econômico de sua madeira, o que a tornou uma espécie em risco de extinção (IBAMA, 1992).

As sementes de araucária são recalcitrantes, ou seja, não sofrem secagem natural na planta-matriz, sendo liberadas com alto teor de água. Se a umidade for reduzida em um nível crítico, acarretará na rápida perda de viabilidade, podendo provocar até a morte da semente (MENDONÇA; DIAS, 2000). As sementes apresentam teor de água em torno de 50 % quando atingem a maturação fisiológica e nessa etapa também atingem alta porcentagem de germinação. Contudo, ao se desligarem da planta, sofrem desidratação e seu poder germinativo decresce rapidamente (SALOMÃO et al., 1994; BERJAK; PAMMENTER, 2008). Por essas características, seu armazenamento é problemático (CAÇOLA et al., 2006).

Sob condições de alta umidade, o ataque de microrganismos é favorecido. Tal ataque poderia ser reduzido pela utilização de baixas temperaturas, mas as sementes de araucária sofrem danos por temperaturas próximas ou abaixo de zero (NEVES, 1994). Além disso, há falta de trabalhos com sementes recalcitrantes, isso ocorre principalmente devido à dificuldade para o armazenamento desse tipo de semente.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas pelo período de até um ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção das sementes

Os ensaios foram conduzidos na Embrapa Florestas, Colombo - PR, no período de maio/2011 a julho/2012. As pinhas foram coletadas em matrizes de araucária de diferentes procedências e progênies, existentes na Embrapa Florestas. As matrizes pertencem à variedade *Araucaria angustifolia* var. *angustifolia*. As pinhas foram colhidas diretamente nas árvores e se encontravam próximas do ponto de maturidade fisiológica, o qual corresponde a mudança de cor de verde para marrom.

Após a coleta, as pinhas foram levadas para o Laboratório de Sementes Florestais, para a extração das sementes. Essas foram deixadas em câmara seca à condição de temperatura 10°C, com 22 % de umidade relativa, por sete dias para que o teor de água final ficasse entre 37 e 40 %. Obteve-se aproximadamente 4,5 kg de sementes.

### Análise física (Teor de água)

A determinação do teor de água foi realizada em estufa regulada a  $105 \pm 3$ °C, por 24 horas, utilizando-se dez sementes, divididas em duas repetições, conforme indicado para a espécie nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram realizadas determinações de umidade para semente inteira (tegumento + endosperma) e para o embrião excisado da semente com o auxílio de um estilete. A determinação foi realizada para os períodos de 0, 2, 4, 6, 8 e 12 meses de armazenamento.

### Desinfestação das sementes

As sementes de araucária foram tratadas com soluções de hipoclorito de sódio (NaClO) nas concentrações de 0,5; 1 e 3 %, em tempo de desinfestação de 15 minutos. Em seguida, as sementes de cada tratamento foram colocadas sobre papel-filtro para remoção do excesso de umidade. Posteriormente, as sementes foram colocadas em sacos de polietileno (espessura = 24 µm), os quais foram selados, identificados

e mantidos em armazenamento em câmara fria a  $5 \pm 1^\circ$ , com umidade relativa de  $89 \pm 2\%$ .

### **Análise sanitária**

Foram utilizadas 100 sementes de cada tratamento (Testemunha; solução de NaClO a 0,5; 1 e 3 %). A avaliação sanitária foi realizada pelo método *Blotter test* ou método de papel-filtro, antes do armazenamento e aos seis e 12 meses de armazenamento, divididas em quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram dispostas individualmente, sobre camada de papel mata-borrão (duas folhas), umedecida com água destilada e esterilizada, no interior de caixas *gerbox* (11 x 11 x 3,5 cm) desinfestadas com álcool 70 %. Os recipientes foram incubados em sala com temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , por um período de sete dias, sob regime luminoso de 12 horas de luz/escuro. A avaliação foi realizada examinando-se individualmente as sementes sob microscópio estereoscópico. Lâminas foram preparadas para visualização de estruturas fúngicas sob microscópio óptico e identificação em nível de gênero (BARNETT; HUNTER, 1998). A incidência foi expressa em porcentagem.

### **Análise fisiológica**

**Germinação:** O teste de germinação foi realizado utilizando-se 100 sementes para cada tratamento, sendo quatro repetições de 25 sementes, que foram semeadas em caixas acrílicas (30 x 25 x 12 cm) contendo 1,1 kg de vermiculita de granulometria média e autoclavada por uma hora a  $120^\circ\text{C}$ . Foi realizada uma rega inicial com um volume de 1,4 L de água e, posteriormente, o substrato foi umedecido quando necessário. As caixas foram colocadas em câmaras de germinação tipo BOD, reguladas para  $30^\circ\text{C}$ , com luz contínua e 80 % de umidade relativa. Após 60 dias realizou-se a contagem final do teste, sendo determinado o percentual de plântulas normais (que apresentaram crescimento normal de radícula e início de parte aérea); anormais (com alguma deformidade na radícula), ou que apresentavam sinais de fungos; sementes não germinadas, aquelas que não apresentaram desenvolvimento de radícula nem sinais de fungos, mas se encontravam intactas como quando foram semeadas, e sementes mortas, aquelas que apresentaram apodrecimento e presença de fungos para o teste. A análise de germinação foi realizada para os períodos de 0, 2, 4, 6, 8 e 12 meses de armazenamento.

**Comprimento da radícula:** foi determinado com o auxílio de uma régua, no final do teste de germinação.

**Primeira contagem de germinação:** A primeira contagem foi realizada após 30 dias da montagem do teste de germinação, avaliando-se o número de plântulas normais e anormais.

**Emergência:** O teste foi conduzido em casa de vegetação. As sementes foram semeadas em canteiro, distribuídas em dez linhas com dez sementes cada, espaçadas a 5 cm. Após a instalação, os canteiros foram irrigados quatro vezes ao dia. Foram realizadas observações a cada dois dias, a partir do dia em que a primeira plântula emergiu do solo. O teste foi finalizado quando os tratamentos apresentaram 50 % de emergência de plântulas. Foi calculado o número de plântulas emergidas a cada dia por meio da fórmula proposta por Maguire (1962):  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + E3/N3 + \dots + EN/NN$ , onde: IVE = índice de velocidade de emergência; E1, E2, E3, ... EN = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, terceira até a última contagem; N1, N2, N3 ... NN = número de dias após a semeadura à primeira, segunda, terceira até a última contagem. A emergência foi realizada para os períodos de 0, 6 e 12 meses de armazenamento.

### **Delineamento experimental**

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado e os resultados submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk. Para as variáveis índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência, em canteiro, os dados apresentaram distribuição de probabilidade normal e foram submetidos à ANOVA para o modelo que considerou o efeito dos tratamentos. As variáveis germinação, primeira contagem e contagem final apresentaram distribuição de probabilidade binomial e foram submetidos a análise de *deviance*. As comparações entre os tratamentos foram observadas por contrastes

ortogonais ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise física (Teor de água)

As sementes armazenadas em sacos de polietileno (polietileno semipermeável) a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , por até 12 meses, não apresentaram um decréscimo de água, tanto na semente inteira quanto no embrião (Tabela 1).

TABELA 1: Teor de água (%) das sementes inteiras e do embrião de araucária sem tratamento (Testemunha) e tratadas com NaClO (0,5; 1 e 3%), e armazenadas por 12 meses.

TABLE 1: Moisture content (%) of seeds and embryo of araucaria without treatment (control), treated with NaClO (0.5, 1 and 3%) and stored for 12 months.

NaClO (%)	Armazenamento (mês)											
	0	2	4	6	8	12	0	2	4	6	8	12
	Sementes						Embrião					
Testemunha	40,0	40,2	40,0	40,8	39,8	40,4	54,3	53,7	53,2	52,2	51,2	52,4
0,5	40,0	38,5	40,6	40,0	38,4	42,0	54,3	54,3	54,3	53,5	52,0	49,6
1	40,0	40,0	40,8	40,9	40,0	42,5	54,3	54,3	54,3	51,8	51,4	57,8
3	40,0	41,3	40,5	40,0	40,0	43,4	54,3	54,2	54,3	53,1	53,7	58,5

Esses resultados concordam com os estudos conduzidos por Fowler, Bianchetti e Zanon (1998), os quais mostraram que o método adequado para o armazenamento de sementes de araucária é em embalagem de polietileno semipermeável sob baixa temperatura ( $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ), o que possibilita a manutenção do teor de água das sementes em aproximadamente 43%, sendo possível armazená-las por até 12 meses. Para sementes de ingá (*Inga vera*), resultados semelhantes foram conseguidos por Parisi (2012), utilizando esse mesmo tipo de embalagem.

Foi observado por Eira et al. (1994) que a redução da umidade de sementes de araucária com tegumento a níveis inferiores a 38 % resultou em perda total de viabilidade, e quando germinaram, houve a emissão de radícula sem desenvolvimento da parte aérea. Assim, a manutenção da umidade das sementes ao longo do período de armazenamento assegurou que os resultados obtidos neste trabalho foram realmente devido aos tratamentos.

### Qualidade sanitária

Antes do armazenamento (T0), as sementes de araucária apresentaram a ocorrência dos seguintes fungos: *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp., *Pestalotiopsis* sp. e *Cladosporium* sp. (Figura 1).

Observa-se que as sementes não tratadas com NaClO apresentaram uma alta incidência de *Penicillium* sp. (80%), seguido de *Pestalotiopsis* sp. (42 %) e *Cladosporium* sp. (24 %). No entanto, houve redução significativa de incidência apenas para os fungos *Penicillium* sp. e *Pestalotiopsis* sp. nas sementes de araucária tratadas com NaClO em relação à Testemunha (sem tratamento de NaClO) (Tabela 2).

Isso pode ter ocorrido, pois o tratamento de sementes com NaClO apresenta eficiência na redução dos microrganismos associados superficialmente às mesmas (COUTINHO et al., 2000). No entanto, a desinfestação superficial com NaClO pode não eliminar fungos como *Aspergillus* sp. e *Rhizopus* sp., pois estes podem estar localizados na forma de micélio no tegumento e em outras partes internas da semente (HARMON; PFLEGER, 1974).

Aos seis meses de armazenamento (T6), as sementes de araucária apresentaram maior ocorrência de fungos, conforme segue: *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Trichoderma* sp. e *Phomopsis* sp. (Figura 1). As sementes não tratadas com NaClO apresentaram alta incidência de

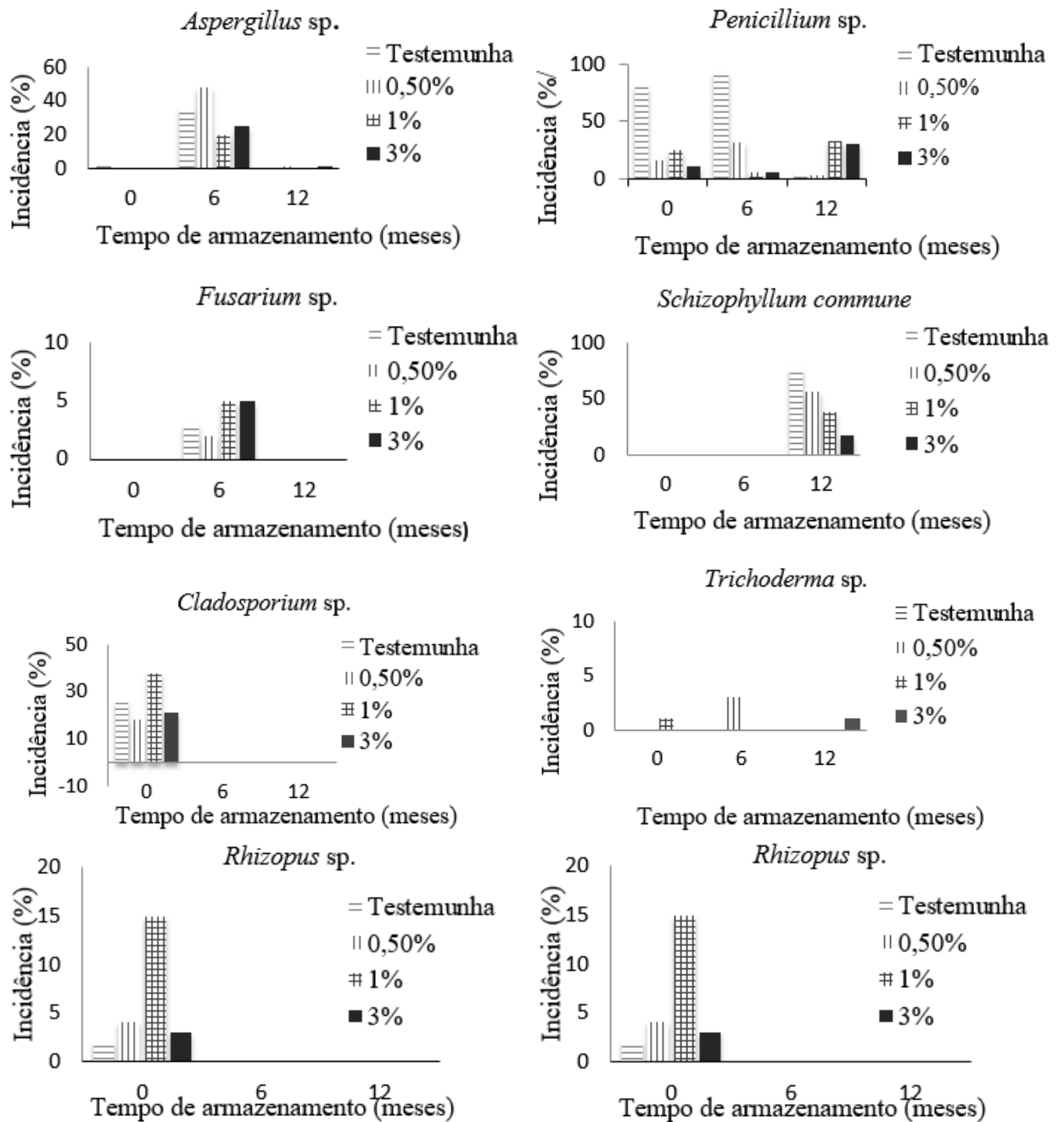


FIGURA 1: Incidência de fungos em sementes de araucária sem tratamento (Testemunha) e tratadas com hipoclorito de sódio (NaClO) (0,5 %; 1 % e 3 %) e armazenadas por 0, 6 e 12 meses.

FIGURE 1: Incidence of fungi in araucaria seeds without treatment (control), treated with NaClO (0.5%, 1% and 3%) and stored for 0, 6 and 12 months.

TABELA 2: Contrastes ortogonais da incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (NaClO) (C1 – 0,5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) e Testemunha (C0) antes do armazenamento.

TABLE 2: Orthogonal contrasts for fungus incidence on araucaria seeds treated with NaClO (C1 – 0.5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) and Control (C0) before storage.

Contrastes	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.
C0 vs C1, C2, C3	< 0,001 ***	< 0,001 ***	0,7422 ns
C1 vs C2, C3	0,6645 ns	0,0207 ns	0,0080 **
C2 vs C3	0,0092 **	0,1544 ns	0,0162 *

Em que: \*significativo em nível de 5% de probabilidade; \*\*significativo em nível de 1% de probabilidade; \*\*\*significativo em nível de 0,1% de probabilidade; ns= não significativo.

TABELA 3: Contrastes ortogonais da incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (NaClO) (C1 – 0,5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) e Testemunha (C0) e armazenadas por seis meses.

TABLE 3: Orthogonal contrasts for fungus incidence on araucaria seeds treated with NaClO (C1 – 0.5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) and Control (C0) and stored for six months.

Contrastes	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.
C0 vs C1, C2, C3	< 0,001 ***	0,3572 ns
C1 vs C2, C3	< 0,001 ***	< 0,001 ***
C2 vs C3	1 ns	0,3968 ns

Em que: \*significativo em nível de 5 % de probabilidade; \*\*significativo em nível de 1 % de probabilidade; \*\*\*significativo em nível de 0,1 % de probabilidade; ns= não significativo.

TABELA 4: Contrastes ortogonais da incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (NaClO) (C1 – 0,5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) e Testemunha (C0) e armazenadas por 12 meses.

TABLE 4: Orthogonal contrasts for fungus incidence on araucaria seeds treated with NaClO (C1 – 0.5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) and Control (C0) and stored for 12 months.

Contrastes	<i>Schizophyllum comune</i>	<i>Phomopsis</i> sp.
C0 vs C1, C2, C3	< 0,001 ***	< 0,001 ***
C1 vs C2, C3	< 0,001 ***	< 0,001 ***
C2 vs C3	< 0,001 ***	0,0131 *

Em que: \*significativo em nível de 5% de probabilidade; \*\*significativo em nível de 1% de probabilidade; \*\*\*significativo em nível de 0,1% de probabilidade; ns= não significativo

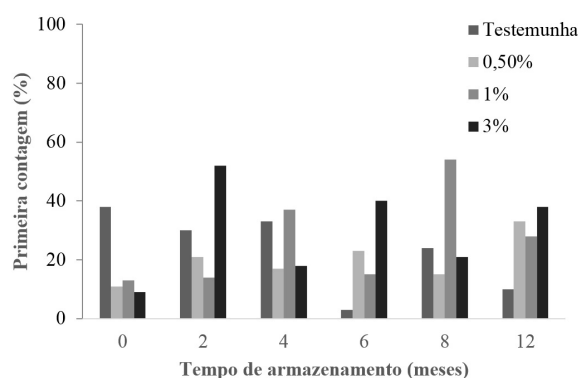


FIGURA 2: Primeira contagem do teste de germinação de sementes de araucária não tratadas (Testemunha) e tratadas com NaClO (0,5; 1 e 3%), armazenadas por até 12 meses.

FIGURE 2: Germination test first counting of araucaria seeds not treated and treated with NaClO (0.5 , 1 and 3 %) and stored for up to 12 months.

TABELA 5: Contrastes ortogonais para primeira contagem de germinação de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (NaClO) (C1 – 0,5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) e Testemunha (C0) e armazenadas por até 12 meses.

TABLE 5: Orthogonal contrast for first count germination of araucaria seeds treated with NaClO (C1 – 0.5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) and Control (C0) and stored for up to 12 months.

Contrastes	Armazenamento (meses)					
	0	2	4	6	8	12
C0 vs C1, C2, C3	<0,001***	0,9217 ns	0,2104 ns	0,0026**	0,4709 ns	0,005**
C1 vs C2, C3	1 ns	0,2556 ns	0,1409 ns	0,6550 ns	0,0099**	0,9464 ns
C2 vs C3	0,5222 ns	0,0025**	0,0294*	0,0334*	0,0025**	0,5612 ns

Em que: \*significativo em nível de 5% de probabilidade; \*\*significativo em nível de 1% de probabilidade; \*\*\*significativo em nível de 0,1% de probabilidade; ns=não significativo.

*Penicillium* sp. (83%) e *Aspergillus* sp. (39%). Entretanto, destes fungos, apenas *Penicillium* sp. apresentou incidência reduzida com os tratamentos com NaClO (Figura 1 e Tabela 3). Os fungos *Phoma* sp., *Gliocladium* sp., *Nigrospora* sp. e *Epicoccum* sp. foram observados somente em sementes tratadas com NaClO aos seis meses de armazenamento em níveis não significativos.

Alguns fungos considerados potencialmente fitopatogênicos, como *Phomopsis* sp. e *Fusarium* sp., foram observados neste trabalho apenas aos seis meses de armazenamento (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Parisi (2012) em embriões de ingá, nos quais foram observados os gêneros *Fusarium*, *Phomopsis* e *Pestalotiopsis* como fungos endofíticos. Rodrigues e Menezes (2002) também observaram, em sementes de caupi tratadas com NaClO, a presença de fungos endofíticos, destacando-se alguns potencialmente fitopatogênicos do gênero como *Fusarium*.

Aos 12 meses de armazenamento (T12), as sementes de araucária apresentaram os seguintes fungos: *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Phomopsis* sp. e *Schizophyllum commune* (Figura 1). Exceto *S. commune* que ocorreu em alta incidência na Testemunha, atingindo o valor de 80 %, os demais fungos ocorreram

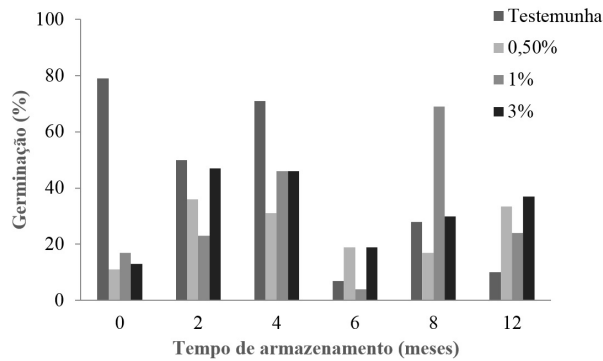


FIGURA 3: Germinação de sementes de araucária não tratadas (Testemunha) e tratadas com NaClO (0,5; 1 e 3 %), armazenadas por até 12 meses.

FIGURE 3: Germination of araucaria seeds not treated and treated with NaClO (0.5, 1 and 3 %) and stored for up to 12 months.

TABELA 6: Contrastes ortogonais para germinação de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (NaClO) (C1 – 0,5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) e Testemunha (C0) antes do armazenamento.

TABLE 6: Orthogonal contrast for germination of araucaria seeds treated with NaClO (C1 – 0.5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) and control (C0) before storage.

Contrastes	Armazenamento (meses)					
	0	2	4	6	8	12
C0 vs C1, C2, C3	<0,001***	0,0651 ns	0,2349 ns	0,3522 ns	0,0540 ns	0,4112 ns
C1 vs C2, C3	0,2993 ns	0,9030 ns	0,1456 ns	0,4085 ns	1 ns	0,9550 ns
C2 vs C3	0,3940 ns	0,0505 ns	1 ns	0,0994 ns	1 ns	0,6615 ns

\*\*\*significativo em nível de 0,1% de probabilidade; não significativo (ns).

em baixa incidência. Para *S. commune*, a incidência diminuiu acentuadamente quando as sementes de araucária foram submetidas ao tratamento NaClO (Tabela 4).

No presente trabalho, *S. commune* foi observado somente nas sementes de araucária não tratadas e tratadas armazenadas por 12 meses. Não foi encontrado outro relato na literatura deste fungo em sementes de araucária; no entanto, o mesmo já foi relatado por Bezerra e Oliveira (1984) em sementes de dendê. Segundo outros autores (TURNER; GILBANKS, 1974), em dendê a infecção ocorre geralmente durante o armazenamento e germinação das sementes. Em bananeira, Assunção, Cavalcanti e Menezes (2010) verificaram *S. commune* em folhas, como fungo endofítico, e afirmaram que esse fungo se caracteriza por colonizar troncos de árvores vivas ou mortas, sendo reconhecido como um eficiente degradador de matéria orgânica, formando frutificação acinzentada a esbranquiçada.



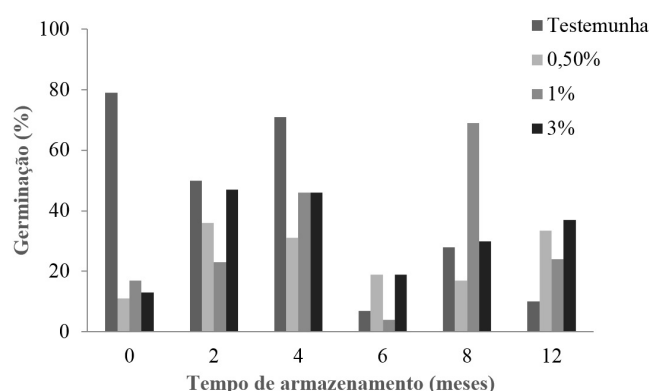


FIGURA 4: Comprimento médio de radícula de plântulas de araucária obtidas de sementes não tratadas (Testemunha) e tratadas com NaClO (0,5; 1 e 3 %), armazenadas por 12 meses.

FIGURE 4: Average length of araucaria radicle not treated and treated with NaClO (0.5, 1 and 3%) and stored for 12 months.

## Qualidade Fisiológica

**Primeira contagem de germinação:** A germinação de sementes de araucária obtida na primeira contagem, aos trinta dias após a instalação do teste, variou com os tratamentos com NaClO e o período de armazenamento (Figura 2). O tratamento das sementes de araucária antes do armazenamento reduziu substancialmente a germinação, atingindo valores inferiores a 10 % quando comparados com a Testemunha.

Observou-se diferença significativa entre a Testemunha e os tratamentos com NaClO para alguns períodos de armazenamento (Tabela 5).

**Germinação:** À semelhança da primeira contagem, a percentagem de germinação de sementes de araucária também variou com o tratamento com NaClO e o período de armazenamento (Figura 3), atingindo valores inferiores a 10 % quando comparados com a Testemunha. No entanto, observou-se diferença significativa apenas entre a amostra de sementes tratadas com NaClO e a Testemunha, antes do armazenamento (Tabela 6).

Neste trabalho, foi observado tanto na primeira contagem quanto na germinação final, que as sementes de araucária antes do armazenamento e sem tratamento com NaClO apresentaram maior porcentagem de germinação. No entanto, a partir dos dois meses de armazenamento, exceto aos 12 meses, houve uma recuperação no processo germinativo. Isso pode estar relacionado com o efeito deletério temporário do NaClO na germinação. Estes resultados discordam de Arruda, Fleig e Casa (2007), que trataram sementes de araucária com hipoclorito de sódio a 1% e não observaram interferências na qualidade fisiológica das sementes.

Em outra espécie recalcitrante, a seringueira, Bonome et al. (2009) observaram efeito fitotóxico de fungicida na emergência. De acordo com estes autores, sementes com alto grau de umidade, característica das sementes recalcitrantes, apresentam uma elevada atividade metabólica, o que pode conduzir a uma rápida absorção do produto químico causando fitotoxicidade.

Nas amostras referentes aos seis meses de armazenamento, observou-se uma redução na germinação de todos os tratamentos (Figura 3). Tal fato se explica pela perda excessiva de água no substrato (vermiculita) utilizado para a condução do teste de germinação.

Aos 12 meses de armazenamento (Figuras 2 e 3), as sementes de araucária sem tratamento com NaClO apresentaram germinação quase nula, enquanto que, as sementes de araucária tratadas com NaClO, apresentaram maiores percentuais de germinação. Neste período, as sementes não tratadas encontravam-se apodrecidas devido à colonização pelo fungo *Schizophyllum commune* (Figura 1). A maior porcentagem de

TABELA 7: Contrastes ortogonais para a variável comprimento de radícula de plântulas de araucária originadas de sementes tratadas com hipoclorito de sódio (NaClO) (C1 – 0,5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) e Testemunha (C0) armazenadas por oito meses.

TABLE 7: Orthogonal contrasts for radicle length araucaria treated with NaClO (C1 – 0.5 %; C2 – 1 %; C3 – 3 %) and control (C0) and stored for eight months.

Contrastes	Armazenamento (mês)			
	0	2	4	8
C0 vs C1, C2, C3	< 0,001 ***	0,9578 ns	< 0,001 ***	0,1436 ns
C1 vs C2, C3	0,7098 ns	0,3770 ns	0,2737 ns	< 0,001 ***
C2 vs C3	0,9888 ns	<0,001 ***	0,1431 ns	< 0,001 ***

Em que: \*significativo em nível de 5% de probabilidade; \*\*significativo em nível de 1% de probabilidade; \*\*\*significativo em nível de 0,1% de probabilidade; ns = não significativo.

germinação (30%) foi observada nas sementes tratadas com solução de NaClO na maior concentração (3%) (Figuras 1, 2 e 3). Esta concentração foi a mais adequada também para a diminuição da contaminação de *Schizophyllum commune*, o que provavelmente proporcionou o maior percentual de germinação.

O comprimento de radícula das plântulas apresentou um comportamento similar ao discutido anteriormente na primeira contagem e na germinação final, variando com o tratamento NaClO e o período de armazenamento (Figura 4).

As plântulas oriundas de sementes que não receberam tratamento com NaClO apresentaram maiores comprimentos de radícula até quatro meses de armazenamento. Observaram-se também diferenças significativas no comprimento de radícula de plântulas oriundas de sementes tratadas com NaClO e a Testemunha para alguns períodos de armazenamento (Tabela 7).

Os resultados obtidos neste trabalho para comprimento de radícula de plântulas de araucária reforçam aqueles já observados nos testes de primeira contagem e germinação final das sementes antes do armazenamento, quando a Testemunha apresentou maior percentual de germinação. Após o período de 12 meses de armazenamento, quando as sementes de araucária não tratadas (Testemunha) se encontravam apodrecidas devido à colonização por *Schizophyllum commune*, as sementes tratadas com NaClO, nas

TABELA 8: Emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de araucária obtidas de sementes não tratadas (Testemunha) e tratadas com NaClO e armazenadas.

TABLE 8: Emergence (%) and emergence rate index (IVE) of araucaria seedlings without treatment and treated with NaClO and stored.

NaClO (%)	Armazenamento (mês)					
	0		6		12	
	E (%)	IVE	E (%)	IVE	E (%)	IVE
Testemunha	70	0,12	68	0,15	0	0
0,5	70	0,12	67	0,15	58	0,12
1	56	0,1	56	0,11	55	0,12
3	61	0,11	61	0,13	(-)	(-)

Em que: (-) As parcelas do tratamento NaClO 3 % - 12 meses de armazenamento foram perdidas.

três concentrações, originaram plântulas normais, possibilitando a medição do comprimento de radícula e contagem de germinação.

### Emergência

Na emergência das plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE), nas condições de casa de vegetação, nas quais os testes de emergência foram realizados, não foi marcante o efeito deletério do NaClO sobre a emergência das plântulas (Tabela 8).

No entanto, aos 12 meses de armazenamento, as sementes da Testemunha não germinaram também em canteiro devido à alta incidência do fungo *Schizophyllum commune* (Figura 1). Sementes tratadas com as concentrações de 0,5 % e 1 % apresentaram aproximadamente 50 % de emergência. O tratamento de sementes de araucária com NaClO influenciou positivamente a emergência das plântulas em casa de vegetação, assim como relataram Muniz, Silva e Blume (2007).

### CONCLUSÕES

A desinfestação das sementes de araucária com NaClO na concentração de 0,5 % a 3 % garante a qualidade sanitária das mesmas durante o armazenamento por 12 meses.

O tratamento com NaClO favorece positivamente a qualidade fisiológica das sementes de araucária que serão armazenadas por período superior a 4 meses.

### REFERÊNCIAS

- ARRUDA, G. O. S.; FLEIG, F. D.; CASA, R. T. Tratamento de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze com substâncias potencialmente repelentes à fauna consumidora. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 279-287, 2007.
- ASSUNÇÃO, M. M. C.; CAVALCANTI, M. A. Q.; MENEZES, M. *Schizophyllum commune* isolado como fungo endofítico de folhas de bananeira (*Musa* spp), em Pernambuco, Brasil. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 22, n. 2, 2010.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Saint Paul: APS Press, 1998. 218 p.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. From Avicennia to Zizania: seed recalcitrance in perspective. **Annals of Botany**, London, v. 101, p. 213-228, 2008.
- BEZERRA, J. L.; OLIVEIRA, D. P. *Schizophyllum commune* como agente patogênico em sementes de dendê (*Elaeis guineenses*) na Bahia. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v. 14, n. 1, p. 73-74, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 398 p.
- BONOME, L. T. S. et al. Influência do tratamento fungicida e da temperatura sobre a qualidade fisiológica de sementes de seringueira durante o armazenamento. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 5, p. 97-112, 2009.
- CAÇOLA, A. V. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze submetidas a diferentes condições de armazenamento e a escarificação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 391-398, 2006.
- COUTINHO, W. M. et al. Efeitos de hipoclorito de sódio na germinação de conídios de alguns fungos transmitidos por sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 552-55, 2000.
- EIRA, M. T. S. et al. Efeito do grau de umidade sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Beret.). O Ktze – Araucariaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 71-75, 1994.
- FOWLER, J. P.; BIANCHETTI, A.; ZANON, A. **Conservação de sementes de pinheiro do Paraná sob diferentes condições de ambientes e embalagens**. Colombo: EMBRAPA, 1998. 4 p. (Comunicado Técnico, 34).
- HARMON, G. G.; PFLEGER, F. L. Pathogenicity and infection sites of *Aspergillus* species in stored seeds.

**Phytopathology**, St. Paul, v. 64, n. 10, p. 1339-1344, 1974.

IBAMA. Portaria N. 37-N de 3 de abril de 1992. Reconhece como lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção a relação que apresenta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 66, p. 4302-4303, 6 abr. 1992.

LIMA, A. R.; CAPOBIANCO, J. P. R. (Orgs.). **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. Brasília: Instituto Sócio Ambiental, 1997. (Documentos do ISA, 4).

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MENDONÇA, R. M. N.; DIAS, D. C. F. Conservação de sementes de fruteiras tropicais recalcitrantes: uma abordagem revisão bibliográfica. **Agropecuária Técnica**, Campina Grande, v. 21, n. 1/2, 2000.

MUNIZ, M. F. B.; SILVA, L. M.; BLUME, E. Influência da assepsia e do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 1, p. 140-146, 2007.

NEVES, C. S. V. G. Sementes recalcitrantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1459-1467, 1994.

PARISI, J. J. D. **Associação entre fungos e a viabilidade de sementes de *Inga vera* subsp. *Affinis* (DC.) T. D. Penn. durante o armazenamento**. 80 f. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RODRIGUES, A. A. C.; MENEZES, M. Detecção de fungos endofíticos em sementes de caupi provenientes de Serra Talhada e de Caruaru, estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 532-537, 2002.

SALOMÃO, A. N. et al. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 71-75, 1994.

TURNER, P. D.; BULL, R. A. **Diseases and disorders of the oil palm in Malaysia**. Kuala Lumpur: Incorporated Society of Planters, 1969. 274 p.