

# Emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Petiveriaceae) em função do substrato e das condições de armazenamento das sementes

*Seedling emergence of Gallesia integrifolia (Spreng.) Harms (Petiveriaceae) as a function of substrate and seed storage conditions*

Pamela da Silva<sup>1</sup>  , Frederico Fregolente Faracco Mazziero<sup>2</sup>  , Juliana Iassia Gimenez<sup>3</sup>   & Natália Arias Galastri<sup>1</sup>   

1. Faculdade de Tecnologia de Jahu, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Jahu, SP, Brasil.

2. Instituto Pró Terra – Jahu, Jahu, SP, Brasil.

3. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Penápolis, Fundação Educacional de Penápolis, Penápolis, SP, Brasil.

## Palavras-chave:

Germinação. Pau-d'álho. Vermiculita.

## Keywords:

Germination. Pau-d'álho. Vermiculite.

Recebido em: 22/05/2023

Aceito em: 02/10/2023

Editor responsável: Gleidson V. Marques (UFSB)

eISSN: 2595-6752



## Resumo

*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, conhecida como pau-d'álho, ocorre em diversos estados brasileiros e pouco se sabe sobre a germinação de suas sementes. Assim, este trabalho objetivou avaliar a emergência de plântulas desta espécie em função do armazenamento das sementes e de diferentes substratos para a semeadura. Foram testados cinco períodos de armazenamento (45, 60, 90, 120 e 365 dias), quatro condições de armazenamento (sacos plásticos e de papel kraft colocados em temperatura e umidade ambiente e câmara fria) e seis composições de substrato (areia, terra vegetal, vermiculita, areia + terra vegetal, areia + vermiculita e terra vegetal + vermiculita). A vermiculita e as misturas de vermiculita com areia e terra vegetal são os substratos que promoveram maiores porcentagens de emergência. Quanto ao armazenamento, o fator período depende das condições, sendo os maiores valores de emergência obtidos com o armazenamento em saco plástico em câmara fria por 120 dias.

## Abstract

*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, known as pau-d'álho, occurs in several Brazilian states and little is known about seed germination of this species. Thus, this work aimed to evaluate the seedlings emergency of the species in different kinds of seeds storage and different substrates for sowing. Five storage periods (45, 60, 90, 120, and 365 days), four storage conditions (plastic and kraft paper bags placed in environmental temperature and humidity and cold chamber) and six substrate compositions (sand, vegetable soil, vermiculite, sand + vegetable soil, sand + vermiculite and vegetable soil + vermiculite) were tested. Vermiculite and the mixtures of vermiculite with sand and vegetable soil are the substrates that promoted the highest percentages of emergence. As for storage, the period factor depends on the conditions, with the highest emergence values obtained with storage in a plastic bag in a cold chamber for 120 days.

## Introdução

*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, popularmente conhecida como pau-d'álho por exalar cheiro de álho especialmente sob alta umidade relativa no ar (Lorenzi, 2002; Souza; Lorenzi, 2012; Souza et al., 2019), pertence à família Petiveriaceae (Souza et al., 2019), ordem Caryophyllales (APG IV, 2016).

Trata-se de uma espécie endêmica da América do Sul que ocorre, além do Brasil, no Peru, Bolívia e Equador (Rohwer, 1982). No Brasil, apresenta ampla distribuição geográfica, sendo encontrada em todas as regiões (Marchiorretto, 2023). De porte



arbóreo, pode chegar a 35 metros de altura (Barbosa et al., 2015; Souza et al., 2019; Marchioreto, 2023). Na Mata Atlântica, em função de seu elevado diâmetro e grande porte, *G. integrifolia* se destaca em relação aos valores de dominância, importância (Kurtz; Araújo, 2000) e cobertura (Kurtz; Araújo, 2000; Estevan et al., 2016).

A espécie apresenta potencial medicinal (Arunachalam et al., 2016; 2017; Raimundo et al., 2018) e paisagístico (Lorenzi, 2002). Além disso, pode ser utilizada na restauração de áreas degradadas, sendo recomendada para a restauração de florestas ombrófilas densas, florestas estacionais semidecíduais e matas ciliares (Barbosa et al., 2015).

De acordo com Halme et al. (2013), a necessidade de restauração provém da intensa fragmentação e do acentuado desmatamento das florestas nativas que estão sendo, aos poucos, substituídas por pastagens, plantações e cidades. Para reverter ou amenizar essa situação, faz-se necessária a restauração das áreas degradadas, o que pode ser feito por meio do plantio de mudas.

Segundo Araújo et al. (2018), uma importante forma de se obter mudas de espécies nativas é por meio de sementes, sendo recomendado, já que se deseja alta variabilidade genética. No entanto, para a produção das mudas e, conseqüentemente, para se alcançar o sucesso dos processos de restauração ecológica, é necessário que se conheça aspectos relacionados à germinação das sementes e ao crescimento das plântulas, uma vez que as condições necessárias são específicas e especializadas para cada espécie (Barbosa et al., 2015).

A germinação depende da qualidade da semente (Salomão; Souza-Silva, 2003) e das condições para o crescimento. Para germinar, a semente deve ser viável, ter condições internas que permitam a germinação (livre de dormência) e condições satisfatórias de sanidade (ausência de agentes patogênicos), mas, além disso, as condições ambientais também devem ser favoráveis (Castro et al., 2004).

Fatores externos ou ambientais tais como luz, temperatura, água, oxigênio, tipo de recipiente e nutrientes podem influenciar na germinação seminal, portanto, conhecer esses fatores e controlá-los permite aprimorar a quantidade, a velocidade e a uniformidade da germinação, além de produzir mudas de melhor qualidade e com custo mais baixo (Floriano, 2004).

Para tanto, experimentos devem ser conduzidos a fim de se obter informações quanto ao armazenamento das sementes, substratos para a semeadura, fornecimento de água, sombreamento, dentre outros fatores que podem afetar o processo de germinação e a produção de mudas (Oliveira; Jardim, 2013; Oliveira et al., 2015; Ferreira et al., 2017; Ri et al., 2017).

Com relação à *G. integrifolia*, Barros et al. (2005) estudaram diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato para a germinação das sementes. Parâmetros de crescimento micorrízico, sob diferentes condições de luz e disponibilidade de água, foram observados por Firmino et al. (2020). Schwantes et al. (2013) descreveram o desenvolvimento inicial de mudas em ambientes com diferentes luminosidades. A germinação e o vigor de sementes pré-condicionadas sob estresse salino com nitrato de potássio e nitropurinato foram estudados por Lopes et al. (2015). E o desenvolvimento das plântulas foi estudado por Demuner et al. (2004) e Lima et al. (2020). No entanto, não foram encontrados na literatura estudos que avaliassem diferentes substratos na germinação seminal e emergência de plântulas para essa espécie em

casa de vegetação, bem como a emergência de plântulas de *G. integrifolia* em casa de vegetação após armazenamento das sementes em diferentes embalagens e períodos de armazenamento.

A maioria das espécies produz sementes ortodoxas que apresentam redução do teor de água na maturidade, mantendo sua viabilidade mesmo quando armazenadas, especialmente sob baixas temperaturas (Bewley et al., 2013). Neste sentido, as condições de armazenamento, tais como o tempo e a permeabilidade da embalagem de acondicionamento das sementes, interferem diretamente sobre a manutenção da qualidade fisiológica (Gasparin et al., 2018), conforme já descrito por Silva et al. (1992), para sementes de *Gallesia goravema* (Vell.) Mog. (atualmente *Gallesia integrifolia*).

Já no momento da semeadura, o substrato ideal é variável para cada espécie e a escolha está relacionada principalmente às características de aeração e à capacidade de retenção de água (Fermino; Mieth, 2018). Tais características do substrato interferem diretamente no processo germinativo das sementes e, conseqüentemente, no estabelecimento inicial das plântulas.

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms em função do período e das condições de armazenamento das sementes, bem como de diferentes substratos para a semeadura.

## Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análises Ambientais e Limnológicas e na Casa de Vegetação da Faculdade de Tecnologia de Jahu, localizada no município de Jaú, interior do estado de São Paulo. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo Cwa, ou seja, tropical com verão chuvoso e inverso seco (Alvares et al., 2013). Segundo dados fornecidos pela Estação Hidrometeorológica IBICA-RE-IG da Faculdade de Tecnologia de Jahu, as maiores médias de temperatura são observadas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, enquanto as menores médias ocorrem em maio, junho e julho. Quanto à precipitação, os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro, e os mais secos são julho e agosto (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de precipitação e temperatura que ocorreram em cada mês no período de 2006 até 2022 na cidade de Jaú, SP. Fonte: Estação Hidrometeorológica IBICA-RE-IG da Faculdade de Tecnologia de Jahu.

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)
Janeiro	279,43	24,72
Fevereiro	168,31	25,29
Março	131,68	24,71
Abril	67,06	23,02
Maió	64,72	18,75
Junho	45,03	19,38
Julho	32,29	19,61
Agosto	28,60	20,91
Setembro	57,27	22,98
Outubro	98,96	23,63
Novembro	156,20	22,33
Dezembro	216,38	24,63

Frutos maduros de *Gallesia integrifolia*, já na fase de dispersão, foram coletados de árvores matrizes (Figura 1a) localizadas em um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Jaú, SP, em setembro de 2019. As matrizes foram escolhidas tendo em vista porte, vigor e fitossanidade. O material testemunho foi incorporado ao Herbário BOTU da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Botucatu, São Paulo, Brasil, sob o número de registro 34827.

Em seguida, as sâmaras foram separadas manualmente dos ramos, sendo descartadas as que estavam danificadas, furadas, ocas ou imaturas. Não foi possível separar a semente do fruto sem danificar o embrião, então, foi realizada apenas a retirada da expansão alada com o auxílio de uma tesoura (Figura 1b) para facilitar o armazenamento e a semeadura, como descrito por Barros et al. (2005), Souza (2013) e Firmino et al. (2020).

As sâmaras foram então utilizadas em dois experimentos. O experimento 1 avaliou a emergência de plântulas da referida espécie em função de diferentes substratos. E o experimento 2 analisou a emergência de plântulas de *G. integrifolia* após diferentes períodos e condições de armazenamento das sementes.

#### Experimento 1. Avaliação da emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* em diferentes substratos

Foram utilizados terra vegetal, areia e vermiculita para composição de seis substratos: areia (T1), terra vegetal (T2), vermiculita (T3), mistura de areia e terra vegetal na proporção de 1:1 (T4), mistura de areia e vermiculita na proporção de 1:1 (T5) e mistura de terra vegetal e vermiculita na proporção de 1:1 (T6). A areia utilizada foi previamente esterilizada em estufa a 200 °C por 2 horas (Brasil, 2009) e o substrato comercial (terra vegetal) apresentava em sua composição turfa, torta vegetal, resíduos agroindustriais, cinzas e esterco (umidade de 40%, CTC 260, N total 0,5%, CO 6,0, matéria orgânica 9, densidade de 700 kg.m<sup>-3</sup> e pH 6,0).

Os experimentos foram conduzidos em bancada suspensa na casa de vegetação em temperatura ambiente e sob condições de sombreamento (sombrite 50%). A semeadura foi feita com sâmaras recém coletadas em bandejas de isopor de 200 células, sendo colocado um fruto em cada célula a 1 cm de profundidade. Cada célula apresentava 3 cm x 2,7 cm x 4,5 cm (comprimento x largura x altura, respectivamente). Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentavam cotilédones acima da superfície do substrato (Figura 1c), sendo a contagem realizada diariamente no período da manhã durante 45 dias. Também neste período era feita a irrigação com mangueira.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e compreendeu seis tratamentos com quatro repetições de 25 sâmaras cada, sendo 100 para cada tratamento, totalizando 600 sâmaras.

#### Experimento 2. Análise da emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* após diferentes períodos e condições de armazenamento

As sâmaras foram separadas e armazenadas em grupos de 100 sementes por 45, 60, 90, 120 e 365 dias. O armazenamento se deu em sacos de papel kraft e sacos plásticos com 0,12 mm de espessura, ambos colocados em temperatura e umidade ambiente (área interna) e em câmara fria (câmara de B.O.D. à temperatura de 5 °C ± 2,0 °C) no Laboratório de Análises Ambientais e

Limnológicas da Faculdade de Tecnologia de Jahu, totalizando quatro condições diferentes de armazenamento (PAC = saco de papel kraft em câmara fria; PAA = saco de papel kraft em temperatura e umidade ambiente; PLC = saco plástico em câmara fria; PLA = saco plástico em temperatura e umidade ambiente).

Após cada período de armazenamento nas diferentes condições, procedeu-se à semeadura no substrato vermiculita, escolhido em função da maior facilidade de utilização e dos resultados significativos na emergência de plântulas de *G. integrifolia*. As semeaduras foram feitas em bandejas de isopor de 200 células, sendo colocado um fruto em cada célula a 1 cm de profundidade, sendo que cada célula apresentava 3 cm x 2,7 cm x 4,5 cm (comprimento x largura x altura, respectivamente). Consideraram-se como emergidas as plântulas que apresentavam cotilédones acima da superfície do substrato. Diariamente, no período da manhã, durante 45 dias, foram feitas a contagem das plântulas e a irrigação utilizando mangueira.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso em esquema fatorial 6 x 4 (períodos de armazenamento x condições de armazenamento), totalizando 24 tratamentos com quatro repetições de 25 sâmaras por parcela.

#### Análise dos dados

Com os valores obtidos nos experimentos 1 e 2 foram determinados a porcentagem de emergência de plântulas (%E), o tempo médio de emergência (TME) e o índice de velocidade de emergência (IVE) (Maguire, 1962; Labouriau, 1983; Brasil, 2009).

A porcentagem de emergência (%E) representa a porcentagem de plântulas que emergiram em relação ao número de sementes dispostas a germinar (Labouriau, 1983):  $%E = (\sum ni.N^{-1}).100$ . Em que  $\sum ni$  é o número total de plântulas que emergiram em relação ao número de sementes dispostas para germinar (N).

Figura 1. *Gallesia integrifolia*. a. Matriz em frutificação. b. Sâmara com e sem ala. c. Plântulas de *G. integrifolia* no substrato vermiculita.



O tempo médio de emergência (TME) informa quanto tempo foi necessário para a emergência das plântulas (Labouriau, 1983):  $TME = \Sigma(n_i.t_i) / \Sigma n_i$ . Onde  $n_i$  é o número de plântulas que emergiram dentro de um intervalo de tempo ( $t_i$ ).

E o índice de velocidade de emergência (IVE) contabiliza o número de plântulas que emergiram a cada dia (Maguire, 1962):  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ . Em que  $E_n$  é o número de plântulas que emergiram e  $N_n$  é o número de dias ou horas após a semeadura.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk e, constatada a distribuição normal dos dados, foi realizado o teste ANOVA. Os efeitos dos períodos de armazenamento foram avaliados por meio de análise de regressão, escolhendo-se os modelos (linear ou quadrático) com o maior valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desde que significativo a 5% pelo teste F. A comparação dos resultados referentes aos substratos foi realizada pelo teste de Tukey à 5%. Todas as análises foram feitas no software estatístico SISVAR 5.6 Build 90 (Ferreira, 2019).

## Resultados

### Experimento 1. Avaliação da emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* em diferentes substratos

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os substratos utilizados na emergência de plântulas de *G. integrifolia*. Os substratos vermiculita, mistura de vermiculita com areia e mistura de vermiculita com terra vegetal foram os tratamentos que apresentaram os maiores valores de %E e IVE de plântulas de *G. integrifolia*, acompanhado de menores valores de TME, não diferindo significativamente entre si (Tabela 2). Já os substratos areia e mistura de areia com terra vegetal foram os tratamentos que apresentaram os menores valores de %E e IVE, sendo a mistura areia com terra vegetal o substrato que promoveu os maiores valores de TME (Tabela 2).

Tabela 2. Médias das porcentagens de emergência (%E), tempo médio de emergência (TME, dias) e índice de velocidade de emergência (IVE, plântulas/dia) em função do substrato utilizado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. \*altamente significativo. C.V. = coeficiente de variação.

Tratamentos	%E*	TME*	IVE*
Areia (T1)	0,00 d	0,00 c	0,00 c
Terra Vegetal (T2)	4,50 bc	21,83 b	0,21 b
Vermiculita (T3)	10,00 a	17,77 b	0,65 a
Areia + Terra vegetal (T4)	1,50 cd	28,38 a	0,05 bc
Areia + Vermiculita (T5)	11,75 a	20,43 b	0,59 a
Terra vegetal + Vermiculita (T6)	8,00 ab	18,06 b	0,47 a
C.V. (%)	31,8	13,2	27,5

### Experimento 2. Análise da emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* após diferentes períodos e condições de armazenamento

A análise de variância demonstrou que houve efeito significativo da interação período e condição de armazenamento testados.

Quanto ao efeito do período de armazenamento nas diferentes condições, as variáveis %E, TME e IVE apresentaram ajuste linear com o armazenamento das sementes pelos diferentes períodos em temperatura e umidade ambiente (PAA e PLA), sendo observada a redução destes índices em função do aumento do período de armazenamento (Figuras 2, 3 e 4). Porém, cabe salientar que a redução do TME aos 365 dias de armazenamento em temperatura e umidade ambiente (PAA e PLA) é devido a não ocorrência de emergência nestes tratamentos (Figura 4).

Quando as sementes foram armazenadas pelos diferentes períodos em câmara fria, a variável %E apresentou ajuste quadrático para os tratamentos PAC e PLC (Figura 2), assim como o IVE para o tratamento PLC (Figura 3). Nestes tratamentos, o modelo de regressão indica aumento nos valores destas variáveis até os 120 dias e redução com 365 dias de armazenamento.

O IVE das sementes do tratamento PAC apresentou ajuste linear, com a redução desta variável em função do aumento do período de armazenamento (Figura 3). O TME das sementes armazenadas em câmara fria também apresentou ajuste linear, com aumento desta variável em função do aumento do período de armazenamento, sendo o tratamento PLC o que promoveu menores valores para esta variável (Figura 4).

Cabe ainda observar o aumento da porcentagem de emergência de plântulas após o armazenamento das sementes, já com o menor tempo de armazenamento (45 dias). Nos armazenamentos feitos em câmara fria houve, em média, maior porcentagem de emergência para as sementes que ficaram 120 dias armazenadas, enquanto nos armazenamentos em temperatura e umidade ambiente a partir de 60 dias já se observa redução da emergência das plântulas (Figura 2).

## Discussão

Dentre os tratamentos analisados, foram observados maiores valores de porcentagem e velocidade de emergência de *G. integrifolia* no substrato vermiculita, o que também foi descrito por Souza (2013) e Barros et al. (2005). A vermiculita apresenta alta capacidade de absorção e retenção de água, além de promover boa aeração (Ferraz; Calvi, 2011; Fermino; Mieth, 2018), características que se mostraram favoráveis para a germinação de *G. integrifolia* e de outras espécies florestais (Pacheco et al., 2006; Alvino; Rayol, 2007; Ferraz; Calvi, 2011).

Resultados superiores de emergência de plântulas também foram notados nos substratos que apresentavam misturas de vermiculita com areia ou com terra vegetal, o que também tem sido relatado em outros estudos (Gonçalves, 2009; Guimarães et al., 2011), evidenciando efeitos positivos da mistura sobre a produção e a qualidade de mudas de diferentes espécies, e reforçando os resultados aqui apresentados.

Quanto à areia, apesar de também apresentar boa aeração e drenagem, não apresenta uniformidade na capacidade de retenção de água devido à intensa evaporação e ao rápido escoamento, o que pode dificultar a entrada de água na semente, retardando ou impedindo a germinação (Alvino; Rayol, 2007). Além disso, a irrigação pode causar a compactação da areia, o que dificulta a circulação de oxigênio e, conseqüentemente, o processo de

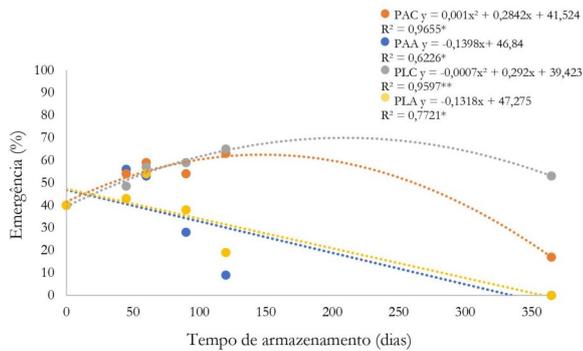


Figura 2. Modelo de regressão para a variável emergência (%E) das sementes de *G. integrifolia* após diferentes períodos de armazenamento nas condições PAC = saco de papel kraft em câmara fria; PAA = saco de papel kraft em temperatura e umidade ambiente; PLC = saco plástico em câmara fria; e PLA = saco plástico em temperatura e umidade ambiente. \*altamente significativo; \*\*significativo. C.V.: PAC 13,7%, PAA 19,1%, PLC 19,8%, PLA 23,6%.

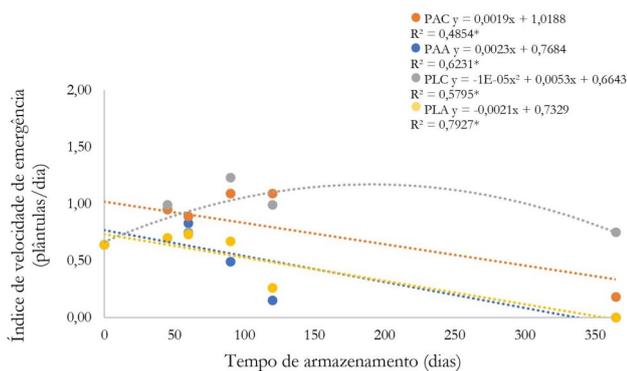


Figura 3. Modelo de regressão para a variável índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes de *G. integrifolia* após diferentes períodos de armazenamento nas condições PAC = saco de papel kraft em câmara fria; PAA = saco de papel kraft em temperatura e umidade ambiente; PLC = saco plástico em câmara fria; e PLA = saco plástico em temperatura e umidade ambiente. \*altamente significativo; \*\*significativo. C.V.: PAC 13,5%, PAA 20,4%, PLC 15,8%, PLA 23,9%.

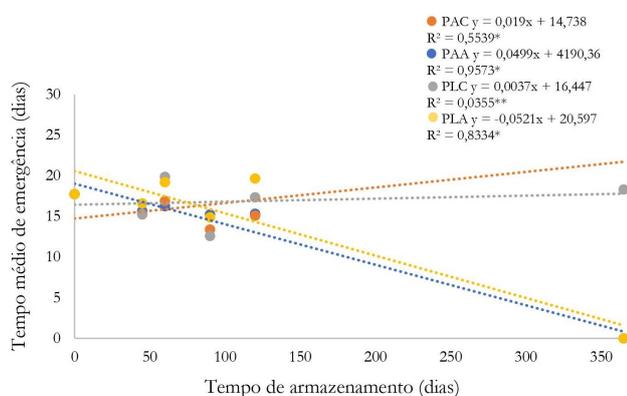


Figura 4. Modelo de regressão para a variável tempo médio de emergência (TME) das sementes de *G. integrifolia* após diferentes períodos de armazenamento nas condições PAC = saco de papel kraft em câmara fria; PAA = saco de papel kraft em temperatura e umidade ambiente; PLC = saco plástico em câmara fria; e PLA = saco plástico em temperatura e umidade ambiente. \*altamente significativo; \*\*significativo. C.V.: PAC 6,1%, PAA 10%, PLC 6,1%, PLA 9,6%.

respiração aeróbia, o que pode explicar o porquê os menores valores de emergência de plântulas foram observados neste substrato. Resultados semelhantes foram observados por Guimarães et al. (2011) em *Erythrina velutina* Willd., mas para *Albizia edwallii* (Hoehe) Barneby & J. W. Grimes (Duarte et al., 2015) e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore (Pacheco et al., 2008) a areia foi o substrato com as maiores taxas de germinação e emergência, o que pode estar relacionado com a frequência e quantidade de irrigação, mas também mostra a necessidade de pesquisas para diagnosticar o substrato mais adequado para cada espécie.

O período de tempo que as sementes de pau-d'álho podem ser estocadas depende das condições de armazenamento. Fowler e Martins (2001) relataram que sementes de *G. integrifolia* (tratada por eles como *Gallezia gorazema* (Vell.) Moq.) podem ser armazenadas em câmara fria (temperatura entre 6 e 10 °C) por até 250 dias em embalagem permeável. No entanto, no presente estudo, o uso de embalagem permeável (papel kraft) possibilitou o armazenamento apenas por até 120 dias, ocorrendo, posteriormente, a redução significativa na emergência de plântulas. Nogueira e Brancalion (2016) descreveram a possibilidade de armazenar sementes desta espécie por mais de um ano, mas não especificaram em quais condições.

A possibilidade de armazenar as sementes de pau-d'álho por mais tempo em sacos plásticos está diretamente relacionada com as características da embalagem. Segundo Gonzáles e Torres (2003), Villela e Peres (2004) e Gasparin et al. (2018), sacos de papel são embalagens permeáveis que permitem a troca de umidade entre as sementes e o ambiente, o que as deixa mais suscetíveis à deterioração, enquanto sacos plásticos são embalagens semipermeáveis, ou seja, dificultam as trocas de água.

Quando existe controle de temperatura e umidade, como o que ocorreu no armazenamento feito em saco plástico em câmara fria, é possível se obter maior longevidade seminal, pois, segundo Villela e Peres (2004), altas temperaturas no armazenamento aceleram o metabolismo do embrião e o desenvolvimento de microrganismos, assim, temperaturas mais baixas são mais favoráveis.

Assim como observado para *G. integrifolia*, *Hylocereus undatus* Haw (Andrade et al., 2005), *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose (tratada como *Acacia polyphylla* DC. por Araújo Neto et al., 2005), *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (Scalon et al., 2006) e *Myrocarpus frondosus* Allemão (Aimi et al., 2021) também apresentaram maiores taxas de germinação e emergência após o armazenamento das sementes em câmara fria.

O aumento dos índices de emergência para as sementes armazenadas em câmara fria também foi descrito por Kissmann et al. (2009) para *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart. mas, em sacos de papel kraft. O armazenamento de sementes de pau-d'álho em sacos de papel também apresentou resultados satisfatórios, mas não possibilitou o armazenamento por período maior que 120 dias.

Lima et al. (2008) ao estudarem a germinação de 19 espécies arbóreas relataram que o armazenamento em sacos de papel e temperatura ambiente manteve a viabilidade das sementes por até 15 meses, diferente do observado para pau-d'álho em que o armazenamento em temperatura e umidade ambiente não permitiu estocar as sementes por mais de 60 dias.

Sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. (Ferreira et al., 2010), assim como observado para *G. integrifolia*, apresentaram menor perda de vigor quando armazenadas em sacos de polietileno, mas, em temperatura ambiente, o que difere do observado para pau-d'alho.

Esse aumento da porcentagem de emergência ao longo do armazenamento pode indicar que as sementes recém coletadas ainda não estavam fisiologicamente maduras (Scalon et al., 2006), ou que podem ter acontecido alterações anatômicas e/ou químicas na superfície do diásporo que favoreceram a emergência com o decorrer do tempo (Werker, 1997; Müller et al., 2020). Assim, mais estudos são necessários para entender o que ocorre com as sementes de *G. integrifolia* ao longo do tempo e se, de fato, não existe dormência seminal, conforme relatado por Nogueira e Brancalion (2016).

## Conclusão

Os maiores valores de porcentagem e velocidade de emergência bem como os menores valores de TME foram observados nos substratos vermiculita (T3), mistura de vermiculita com areia (T5) e mistura de vermiculita com terra vegetal (T6), sendo mais eficientes para a germinação de sementes de *G. integrifolia*.

O período de armazenamento das sementes difere quanto às condições estabelecidas. Em temperatura e umidade ambiente (área interna) as sementes podem ser armazenadas por no máximo 60 dias. Mas, em câmara fria (câmara de B.O.D. à temperatura de 5 °C ± 2,0 °C), o armazenamento pode ocorrer por mais tempo, dependendo do tipo de embalagem utilizada. Em embalagem permeável (saco de papel kraft), por até 120 dias e, em saco plástico (embalagem semipermeável), por até 1 ano. Mas, com 120 dias de armazenamento a porcentagem de emergência é maior, logo, para se obter maior quantidade de plântulas, o armazenamento por 120 dias é mais apropriado.

## Agradecimentos

A Cristina de Almeida Oliveira, Andresa Caroline Alves Cândido e Julia de Oliveira Vicentin, pelo auxílio durante as observações em campo. À Profa. Flávia Maria de Toledo Pedroso (em memória) que, além de auxiliar no delineamento experimental deste trabalho, era grande incentivadora dos projetos relacionados à germinação seminal e à emergência de plântulas.

## Financiamento

Os autores declaram não haver fontes de financiamento a informar.

## Contribuições de Autoria

Conceitualização: PS, NAG. Curadoria de dados: PS, NAG, FFFM, JIG. Análise formal: NAG, FFFM. Aquisição de financiamento: NAG. Investigação: PS, NAG. Metodologia: PS, NAG. Administração do projeto: PS, NAG. Recursos: NAG. Programas: NAG. Supervisão: NAG. Validação: NAG. Visualização: NAG, FFFM, JIG. Redação - rascunho original: PS, NAG. Redação - revisão e edição: PS, NAG, FFFM, JIG.

## Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse a informar.

## Disponibilidade dos Dados

Os dados integrais analisados durante o estudo atual estão apresentados no corpo do manuscrito.

## Conformidade ética

Não se aplica.

## Referências

- Aimi SC, Araújo MM, Muniz MFB, Walker C, Gomes DR. Physical, physiological and sanitary quality of *Myrocarpus frondosus* Allemão diaspores stored in diferente environments. *Floresta e Ambiente* 2021;28(1):1-10. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2018-0249>
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 2013;22(6):711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alvino FO, Rayol BP. Efeito de diferentes substratos na germinação de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (Bombacaceae). *Ciência Florestal* 2007;17(1):71-75. <https://doi.org/10.5902/198050981937>
- Andrade RA, Oliveira IVM, Martins ABG. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de pitaya vermelha. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2005;27(1):168-170. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452005000100044>
- APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 2016;181(1):1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Araújo MM, Navroski MC, Adenesky-Filho E, Schorn LM. Produção de mudas por sementes. In: Araújo MM, Navroski MC, Schorn LA, editors. *Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura*. Santa Maria, RS: Editora UFSM; 2018. p. 189-211.
- Araújo Neto JC, Aguiar IB, Ferreira VM, Rodrigues TJD. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. *Revista Brasileira de Sementes* 2005;27(1):115-124. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000100014>
- Arunachalam K, Ascêncio SD, Soares IM, Aguiar RWS, Silva LI, Oliveira RG, Balogun SO, Martins DTO. *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms: in vitro and in vivo antibacterial activities and mode of action. *Journal of Ethnopharmacology* 2016;184:128-137. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.03.005>
- Arunachalam K, Balogun SO, Pavan E, Almeida GVB, Oliveira RG, Wagner T, Cechinel Filho V, Martins DTO. Chemical characterization, toxicology and mechanism of gastric antilcer action of essential oil from *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms in the in vitro and in vivo experimental models. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 2017;94:292-306. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.064>
- Barbosa LM, Shirasuna RT, Lima FC, Ortiz PRT. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. In: Barbosa LM, editor. *Restauração ecológica: novos rumos e perspectivas*. São Paulo, SP: Instituto de Botânica; 2015. p. 303-436.

- Barros SSU, Silva A, Aguiar IB. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'álho) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. *Revista Brasileira de Botânica* 2005;28(4):727-733. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000400007>
- Bewley JD, Bradford KJ, Hilhorst HWM, Nonogaki H. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. New York: Springer; 2013.
- Brasil. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: MAPAACS; 2009.
- Castro RD, Bradford KJ, Hilhorst HWM. Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira AG, Borghetti F, editors. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre, RS: Artmed; 2004. p.149-162.
- Demuner VG, Hebling SA, Dagustinho DM. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 2004;17:45-55.
- Duarte MM, Milani JEF, Blum CT, Nogueira AC. Germinação e morfologia de sementes e plântulas de *Albizia edvallii* (Hoehe) Barneby & J. W. Grimes. *Revista Caatinga* 2015;28(3):166-173. <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n319rc>
- Estevan DA, Vieira AO, Gorenstein MR. Estrutura e relações florísticas de um fragmento de floresta estacional semidecidual, Londrina, Paraná, Brasil. *Ciência Florestal* 2016;26(3):713-725. <https://doi.org/10.5902/1980509824195>
- Fermino MH, Mieth P. Análise de substratos para produção de mudas de espécies florestais. In: Araujo MM, Navroski MC, Schorn LA, editors. *Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura*. Santa Maria, RS: Editora UFSM; 2018. p. 168-186.
- Ferraz IDK, Calvi GP. Teste de germinação. In: Lima Júnior MJ (editor). *Manual de procedimentos para análise de sementes florestais*. Londrina, PR: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes; 2011. p. 1-35.
- Ferreira DF. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria* 2019;37(4):529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Ferreira AG, Rosa Júnior AD, Souza LCD. Germinação de plântulas de Jacarandá caroba em diferentes tipos de substrato. *Revista Conexão Eletrônica* 2017;14(1):548-554.
- Ferreira EGBS, Matos VP, Ferreira RLC, Sales AGFA, Sena LHM. Vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. sob diferentes condições de armazenamento e embalagens. *Ciência Florestal* 2010;20(2):295-305. <https://doi.org/10.5902/198050981853>
- Firmino TR, Barbeiro C, Romagnolo MB, Pastorini LH. *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. Growth under diferente shade and water availability conditions. *Floresta e Ambiente* 2020;27(3):1-9. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.045218>
- Florianio EP. Germinação e dormência de sementes florestais. Santa Rosa: ANORGS; 2004.
- Fowler JAP, Martins EG. Manejo de sementes de espécies florestais. Colombo, PR: Embrapa Florestas; 2001.
- Gasparin E, Araujo MM, Franco ETH, Oliveira LM. Armazenamento de sementes de espécies florestais. In: Araujo MM, Navroski MC, Schorn LA, editors. *Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura*. Santa Maria, RS: Editora UFSM; 2018. p. 100-119.
- Gonçalves RC. Substratos e fertilizantes de liberação controlada para a produção de mudas de *Samanea tubulosa* (Bentham) Barneby & Grimes. *Revista Amazônia, Ciência e Desenvolvimento* 2009;4(8):245-251.
- González S, Torres RAA. Coleta de sementes e produção de mudas. In: Salomão AN, Sousa-Silva JC, Davide AC, González S, Torres RAA, Wetzel MMVS, Firetti F, Caldas LS, editors. *Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado*. Brasília, DF: Rede de Sementes do Cerrado; 2003. p. 11-22.
- Guimarães IP, Coelho MFB, Benedito CP, Maia SSS, Nogueira CSR, Batista PF. Efeito de diferentes substratos na emergência e vigor de plântulas de mulungu. *Bioscience Journal* 2011;27(6):932-938.
- Halme P, Allen KA, Aunins A, Bradshaw RHW, Brumelis G, Cada V, Clear JL, Eriksson M, Hannon G, Hyvärinen E, Ikauniece S, Irsenaite R, Jonsson BG, Junninen K, Kareksela S, Komonen A, Kotiaho JS, Kouki J, Kuuluvainen T, Mazziotto A, Mönkkönen M, Nyholm K, Oldén A, Shorohova E, Strange N, Toivanen T, Vanha-Majamaa I, Wallenius T, Ylisirniö AL, Zin, E. Challenges of ecological restoration: Lessons from forests in northern Europe. *Biological Conservation* 2013;167:248-256. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.08.029>
- Kissman C, Scalon SPQ, Mussury RM, Robaina AD. Germinação e armazenamento de sementes de *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkat. *Revista Brasileira de Sementes* 2009;31(2):104-115. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000200012>
- Kurtz BC, Araújo DSD. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 2000;51(78-79):69-112. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200051787903>
- Labouriau LG. *A germinação das sementes*. Washington: OEA; 1983.
- Lima VVF, Vieira DLM, Sevilha AC, Salomão AN. Germinação de espécies arbóreas de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã em Goiás após três tipos de armazenamento por até 15 meses. *Biota Neotropica* 2008;8(3):89-97. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300008>
- Lima PR, Borsoi A, Malavasi UC, Ecco M, Malavasi MM. Morphological evaluation of *Gallesia integrifolia* seedlings under diferente water management systems. *Floresta e Ambiente* 2020;27(3):1-8. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.021017>
- Lopes JC, Freitas AR, Beltrame RA, Venancio LP, Manhães PR., Silva FRN. Germinação e vigor de sementes de pau-d'álho sob estresse salino. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2015;35(82):169-177. <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.82.631>
- Lorenzi H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum; 2002.
- Maguire JD. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 1962;2(1):176-177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Marchioretto MS. (2023). *Phytolaccaceae in Flora e Funga do Brasil* [internet]. Rio de Janeiro: JBRJ [acesso em 28 jul 2023]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12578>
- Müller EM, Ribeiro MI, Fortes AMT, Corsato JM, Silva SM. Anatomia e fisiologia de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. submetidas ao armazenamento. *Ciência Florestal* 2020;30(3):644-657. <https://doi.org/10.5902/1980509824540>
- Nogueira C., Brancalion PHS. *Sementes e mudas: guia para propagação de árvores brasileiras*. São Paulo, SP: Oficina de Textos; 2016.
- Oliveira FG, Jardim MAG. Emergência de *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (Fabaceae) e *Pouteria ramiflora* Radlk. (Sapotaceae) em diferentes substratos. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* 2013;8(4):1-7. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v8i4.66443>
- Oliveira AKM, Souza SA, Souza JS, Carvalho JMB. Influência da temperatura e substrato na germinação de sementes e no crescimento inicial de plântulas de *Callisthene fasciculata*

- (Vochysiaceae) em laboratório. *Revista Árvore* 2015;39(3):487-495. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000300009>
- Pacheco MV, Matos VP, Ferreira RLC, Feliciano ALP, Pinto KMS. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). *Revista Árvore* 2006;30(3):359-367. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000300006>
- Pacheco MV, Matos VP, Feliciano ALP, Ferreira RLC. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore. *Ciência Florestal* 2008;18(2):143-150. <https://doi.org/10.5902/19805098452>
- Raimundo KF, Bortolucci WC, Glamoclija J, Sokovic M, Gonçalves JE, Linde GA, Colauto NB, Gazim ZC. Antifungal activity of *Gallesia integrifolia* fruit essential oil. *Brazilian Journal of Microbiology* 2018;49S:229-235. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.03.006>
- Ri LD, Calil AC, Silva C, Müller DR. Comportamento da qualidade fisiológica de sementes de Capororoca-do-Banhado (*Myrsine parvifolia* A. DC. - Primulaceae) em diferentes tempos e condições de armazenamento. *Iheringia* 2017;72(3):403-408. <https://doi.org/10.21826/2446-8231201772310>
- Rohwer J. A taxonomic revision of the genera *Sequiaria* Loebl. and *Gallesia* Casar. *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* 1982;18:231-288.
- Salomão NA, Sousa-Silva JC. Germinação, análise e armazenamento de sementes. In: Salomão NA, Sousa-Silva JC, Davide AC, Gonzáles S, Torres RAA, Wetzel MMVS, Firetti F, Caldas LS. *Germinação de Sementes e Produção de Mudanças de Plantas do Cerrado*. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado; 2003. p. 3-10.
- Scalon SPQ, Mussury RM, Scalon Filho H, Francelino CSF, Florencio DKA. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de Jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). *Revista Árvore* 2006;30(2):179-185. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200004>
- Schwantes D, Scalon Filho H, Klein J, Mezzalira E, Guimarães VF. Desenvolvimento de plantas jovens de *Gallesia integrifolia* submetidas a diferentes níveis de luminosidade. *Cultivando o Saber* 2013;6(2):67-73.
- Silva A, Figliolia MB, Garcia EEC, Jardim DCP. Comportamento de sementes de *Gallesia gorarema* (Vell.) Mog., liofilizadas e fechadas à vácuo, em laboratório e viveiro. *Revista do Instituto Florestal* 1992;4(2):497-503.
- Souza FBC. Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e qualidade física e fisiológica de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms [dissertação]. Jerônimo Monteiro, ES: Universidade Federal do Espírito Santo; 2013.
- Souza VC, Lorenzi H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum; 2012.
- Souza VC, Toledo CP, Sampaio D, Bígio NC, Colletta GD, Ivanauskas NM, Flores TB. *Guia de Plantas da Mata Atlântica: Floresta Estacional*. Piracicaba, SP: Liana; 2019.
- Villela FA, Peres WB. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: Ferreira AG, Borghetti F, editors. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre, RS: Artmed; 2004. p. 265-281.
- Werker E. *Seed anatomy*. Berlin: Gebrüder Borntraeger; 1997.

## Como citar este artigo

### How to cite this article

(ABNT)

SILVA, P.; MAZZIERO, F. F. F.; GIMENEZ, J. I.; GALASTRI, N. A. Emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Petiveriaceae) em função do substrato e das condições de armazenamento das sementes. *Paubrasilia*, Porto Seguro, v. 6, e0112, 2023. DOI: 10.33447/paubrasilia.2023.e0112.

(Vancouver)

Silva P, Mazziero FFF, Gimenez JI, Galastri NA. Emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Petiveriaceae) em função do substrato e das condições de armazenamento das sementes. *Paubrasilia* 2023;6:e0112. doi:10.33447/paubrasilia.2023.e0112.