



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**FABIANA BALEEIRO COELHO SOUZA**

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS, E QUALIDADE  
FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Galesia integrifolia* (SPRENG.)  
HARMS**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES  
FEVEREIRO – 2013

**FABIANA BALEEIRO COELHO SOUZA**

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS, E QUALIDADE  
FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Galesia integrifolia* (SPRENG.)  
HARMS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção o título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes  
Coorientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tatiana Tavares Carrijo

JERÔNIMO MONTEIRO – ES  
FEVEREIRO – 2013

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Nenhum ser vivo é igual ao outro.  
Cada ser que nasce é uma aventura biológica,  
um risco que a vida assume, um pioneiro.

À minha mãe Helena Maria Coelho Souza (*in memoriam*)  
que deixou os exemplos de respeito, honestidade,  
trabalho e fé que me guiam pela vida.

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por prover a paciência e persistência necessárias para contornar todos os obstáculos e concluir mais uma etapa da minha formação profissional.

À minha mãe Helena Maria Coelho Souza (*i. m.*) e ao meu pai Luiz Baleeiro de Souza por acreditarem em mim mesmo quando minhas escolhas não eram esperadas, sempre proporcionando as melhores condições para a realização dos meus sonhos.

À minha irmã Luiza Baleeiro Coelho Souza pela amizade incondicional e pelas palavras de incentivo que sempre me encorajam e estimulam a atingir meus objetivos.

Ao meu companheiro Sascha Kai Hartung e meu enteado Leon Hartung pelo amor, paciência e parceria demonstrados diariamente.

À Universidade Federal do Espírito Santo, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais por tornar possível a realização do Mestrado, e aos professores que contribuíram para a minha formação.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao orientador José Carlos Lopes pela motivação, por todo o conhecimento transmitido durante o curso, pelo respeito e amizade com que me recebeu em seu laboratório, e principalmente por me fazer uma profissional da área de Sementes.

À professora Tatiana Tavares Carrijo pela orientação e atenção.

Aos amigos do Laboratório de Sementes, Pedro Ramon, Rafael Zanotti, Paula Aparecida, Carlos Eduardo Moraes, Rômulo Beltrame, Ludmila Brandão, Carlos Eduardo Costa Paiva, Gabriela Gai, Carla C. M. Farias e Diego Mathias, que me ajudaram sempre. Em especial agradeço a participação da amiga Liana Hilda Golin Mengarda, pois sem a sua ajuda incondicional em todas as etapas, este trabalho seria impossível.

Aos meus amigos queridos Nathalia Góes, Vinicius Lube, Tessa Chimalli, Rafaela Cazarotto, Ana Lúcia Soares, Maira Pott, Ana Paula Damasio, Márcia Cristina, Adriano Alvarenga, Roberta Marianeli, Bruno Coser, Tharyris Cosmo, Glaucy Cosmo, Estenio Paiva, Lélío Caiado, Rose Grapentin, Paula Vergili, Rodrigo Theófilo e Marcelo Dan, que de perto, ou de longe, me incentivaram nesta empreitada, sempre torcendo pelo meu sucesso.

Muitas pessoas fizeram parte desta caminhada e essa dissertação é, sem dúvida, de todos que direta ou indiretamente me ajudaram a torná-la possível.

Muito obrigada!

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Dimensões de frutos e sementes de *G. integrifolia*.....39
- Tabela 2.** Parâmetros de qualidade física das sementes de *G. integrifolia* coletadas em setembro de 2012 no município de Seropédica, RJ.....45

### CAPÍTULO II

- Quadro 1.** Valores de pH, teores de macronutrientes disponíveis, capacidade de troca catiônica (CTC) e índice de saturação por bases (S. B.) dos diferentes substratos utilizados na germinação de sementes de *G. integrifolia*.....66
- Tabela 1.** Porcentagem de germinação (G) de sementes de *G. integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas.....68
- Tabela 2.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Gallesia integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas.....70
- Tabela 3.** Porcentagem de plântulas normais (PN) em sementes de *G. integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas.....73
- Tabela 4.** Comprimento da parte aérea (CA) e do sistema radicular (CR) de plântulas de *G. integrifolia* submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....74
- Tabela 5.** Massa seca da parte aérea (MSA) e do sistema radicular (MSR) de plântulas de *G. integrifolia* submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....76

### CAPÍTULO III

- Tabela 1.** Porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TM), entropia informacional de germinação ( $\bar{E}$ ), porcentagem de sementes deterioradas (DET) e de plântulas normais (PN) de *G. integrifolia* nas diferentes temperaturas (°C).....88
- Tabela 2.** Comprimento (C), massa da parte aérea e do sistema radicular, fresca (MF) e seca (MS), de plântulas de *G. integrifolia* submetidas a diferentes temperaturas.....94

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA

**Figura 1.** Aspecto geral de um indivíduo adulto de *Gallesia integrifolia* (Jerônimo Monteiro-ES).....5

### CAPÍTULO I

**Figura 1.** Posição onde foram obtidas as medidas biométricas do fruto (A), da semente (B), e do cotilédone (C) de *G. integrifolia* (C = comprimento; L= largura; E = espessura).....35

**Figura 2.** Vista frontal do fruto (A) e da semente (B), e lateral (B) da semente de *G. integrifolia*, destacando no fruto a ala e na semente, o hilo (hil), o tegumento externo (tex), e a cutícula de coloração esbranquiçada que cobre o tegumento (cut).....41

**Figura 3.** Corte transversal da semente de *G. integrifolia* destacando o hilo (hil), o perisperma (per), o tegumento externo (tex), o cotilédone (cot) e o embrião (emb).....42

**Figura 4.** Desenvolvimento pós-seminal de *G. integrifolia* até o 15º dia após a semeadura, evidenciando a protrusão da raiz primária (rp), coleto (col), tegumento externo (tex), gancho (gan), hipocótilo (hip) e cotilédone (cot). (A = protrusão da radícula; B = alongamento simultâneo do hipocótilo e da raiz primária; C = definição do coleto; D = hipocótilo com curvatura em forma de gancho; E = cotilédones livres do tegumento, porém não totalmente expandidos; F = plântula normal).....43

**Figura 5.** Face adaxial (A) e face abaxial (B) do cotilédone de *G. integrifolia*, destacando o padrão palmatinérveo das nervuras (ner), e o pecíolo (pec).....44

**Figura 6.** Semente pura (A) e material inerte (B, C e D) obtido no teste de pureza para *G. integrifolia* (B = ala do fruto; C = sementes sem embrião, atacadas por patógenos e danificadas por insetos; e D = cálice persistente).....46

**Figura 7.** Fases (I, II e III) da germinação de sementes de *G. integrifolia*, em função do teor de água das sementes nos diferentes tempos de embebição (A) e porcentagem de germinação em função do tempo após semeadura (B). As setas indicam o início da protrusão da raiz primária.....47

**Figura 8.** Quantificação (% MS) de açúcares solúveis totais (A) e lipídeos (B) durante a germinação de sementes de *G. integrifolia* (MS = massa seca).....51



## CAPÍTULO II

**Figura 1.** Frequência relativa de germinação (FR) e tempo médio de germinação (TM) de sementes de *Gallesia integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas.....72

## CAPÍTULO III

**Figura 01.** Porcentagem de germinação (G) e de plântulas normais (PN) de *G. integrifolia* em função de temperaturas para germinação.....89

**Figura 2.** Distribuição das frequências relativas de germinação (%) de sementes de *G.integrifolia* nas diferentes temperaturas (G = porcentagem de germinação).....92

**Figura 3.** Tempo médio (TM) de germinação de sementes de *G. integrifolia* em função de diferentes temperaturas.....93

## SUMÁRIO

RESUMO .....	XII
ABSTRACT .....	XIV
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVO</b> .....	4
2.1. OBJETIVO GERAL .....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE .....	5
3.2. SEMENTES FLORESTAIS .....	9
3.3. MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS .....	10
3.4. QUALIDADE FÍSICA DE SEMENTES .....	12
3.5. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES .....	13
3.6. GERMINAÇÃO .....	17
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	20
<b>CAPÍTULO I</b> .....	28
<b>MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS, E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE <i>Gallesia integrifolia</i> (SPRENG.) HARD</b> .....	28
RESUMO .....	29
ABSTRACT .....	30
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	30
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	34
2.1. OBTENÇÃO DOS FRUTOS DE <i>G. INTEGRIFOLIA</i> .....	34
2.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO FRUTO, DA SEMENTE E DA PLÂNTULA .....	34
2.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES .....	36
2.4. PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA .....	37
2.5. QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS E LIPÍDEOS DURANTE A EMBEBIÇÃO DAS SEMENTES .....	38
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	39
3.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO FRUTO, DA SEMENTE E DA PLÂNTULA .....	39
3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES .....	44
3.3. PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA .....	46
3.4. QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS E LIPÍDEOS DURANTE A EMBEBIÇÃO DAS SEMENTES .....	49
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	52
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	53
<b>CAPÍTULO II</b> .....	59
<b>QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES <i>Gallesia integrifolia</i> (SPRENG.) HARD EM DIFERENTES SUBSTRATOS E TEMPERATURAS</b> .....	59
RESUMO .....	60
ABSTRACT .....	60
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	61
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	64
2.1. OBTENÇÃO DAS SEMENTES .....	64
2.2. SUBSTRATOS PARA SEMEADURA .....	64
2.3. COLETA DE DADOS .....	67

2.4. ANÁLISE DOS DADOS .....	67
<b>3. RESULTADOS E DICUSSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>77</b>
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>77</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>82</b>
<b>TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE</b> <b><i>Galesia integrifolia</i> (SPRENG.) HARD .....</b>	<b>82</b>
RESUMO .....	83
ABSTRACT .....	83
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>84</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>85</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>87</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>97</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>102</b>

## RESUMO

SOUZA, Fabiana Baleeiro Coelho. **Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e qualidade física e fisiológica de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre–ES. Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes. Coorientadora: Profa. Dra. Tatiana Tavares Carrijo.

*Gallesia integrifolia* é uma espécie florestal nativa que apresenta potencial madeireiro, medicinal, fitoquímico, paisagístico e na recuperação de áreas degradadas. Este trabalho teve como objetivos caracterizar morfológicamente e investigar a qualidade física, e as alterações bioquímicas de sementes de pau d'alho nas diferentes fases da germinação; avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *G. integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas; e determinar as temperaturas máxima, mínima, ótima e letal para a germinação. Para caracterização morfológica foram avaliadas as estruturas dos frutos, sementes e plântulas. A caracterização física das sementes envolveu análise de pureza, teor de água, massa, e padrão de absorção de água. As alterações bioquímicas durante as fases de germinação foram avaliadas por meio da quantificação de lipídeos e açúcares solúveis totais. A influência dos diferentes substratos e temperaturas foi avaliada pelo delineamento experimental inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no espaço com quatro repetições de 25 sementes. Os seis substratos (areia, vermiculita, GoldenMix®, Plantmax®, sobre papel e rolo de papel) formam as parcelas e as cinco temperaturas (15, 20, 25, 30 e 35 °C), as subparcelas. A qualidade fisiológica foi avaliada por meio da germinação (%), índice de velocidade, frequência relativa e tempo médio de germinação, plântulas normais (%), comprimento, e massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular das plântulas. Para definição das temperaturas cardinais, a semeadura foi realizada em rolos de papel germitest mantidos em BOD regulada nas temperaturas constantes de 10,0 12,5, 15,0 17,5, 20,0 22,5, 25,0 27,5, 30,0 32,5, 35,0 37,5 e 40 °C, com fotoperíodo de oito horas. O experimento foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. Quanto à caracterização morfológica, o fruto de *G. integrifolia* é uma sâmara indeiscente de coloração parda, com ala apical, pericarpo rugoso, glabro e fosco. A semente é circular e comprimida lateralmente, com hilo basal e puntiforme, o tegumento é castanho, liso e papiráceo. O embrião é curvo, filiforme e periférico. O tecido de reserva é o perisperma. A germinação é epígea e fanerocotiledonar, com início no 3º dia. O teste de germinação pode ser encerrado no 15º dia após a semeadura. As plântulas normais possuem raiz primária pivotante, hipocótilo liso, verde e alongado, cotilédone verde, foliáceo, cordiforme, glabro, oposto e peciolado. As sementes, que apresentavam 10,6% de umidade, obtiveram massa de 1000 sementes de 43,4 g e 23040 sementes kg<sup>-1</sup>. A pureza física do lote foi de 69,4%. A germinação segue padrão trifásico, no qual a fase I teve duração de duas horas, a fase II se prolongou até às 24 horas, e às 48 horas teve início a fase III. Às 72 horas foi observada a protrusão da raiz primária. Os teores de açúcares solúveis totais e de lipídeos das sementes apresentaram decréscimo durante as fases de germinação e aumento após a protrusão da raiz primária. Os substratos, Plantmax® e rolo de papel, e temperaturas entre 25 e 30 °C

favorecem a germinação e o vigor de sementes de *G. integrifolia*. A temperatura mínima de germinação é 12,5 °C, e a máxima é de 40 °C, letal para 87% das sementes. A temperatura máxima para obtenção de plântulas normais foi de 32,5 °C. A temperatura ótima para de germinação é 27,5 °C.

**Palavras-chave:** espécie florestal nativa, germinação e vigor, bioquímica, temperaturas cardinais, substratos.

## ABSTRACT

SOUZA, Fabiana Baleeiro Coelho. **Morphology of fruits, seeds and seedlings, and physical and physiological quality of *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms seeds.** 2013. Dissertation (Master's degree on Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Adviser: Dr. José Carlos Lopes; Co adviser: Dr. Tatiana Tavares Carrijo.

*Gallesia integrifolia* is a native forest species, that have timber, medicinal, photochemical, landscaping potencial, and is used in restoration of degraded areas. This study aimed to characterize morphologically and to investigate physical quality and biochemical changes of garlic wood seeds at different stages of germination; to evaluate germination and vigor of *G. integrifolia* seeds under different substrates and temperatures; and to determine the optimum, minimum and maximum germination temperature for *G. integrifolia* seedlings. The structures of fruits, seeds and seedlings were evaluated. The physical characterization of seeds involved analysis of purity, water content, mass and water absorption pattern. Biochemical changes during the stages of germination were evaluated by quantification of lipids and soluble sugars. The influence of different substrate and temperatures was evaluated by randomized plot in time with 6 x 5 (6 substrates: sand, vermiculite, GoldenMix®, Plantmax®, on paper, and paper roll; and 5 temperatures: 15, 20, 25, 30 and 35 °C), with four replications of 25 seeds. germination (%), speed of germination, the relative frequency of germination, mean germination time, normal seedlings (%), length, dry and fresh mass of shoots and roots of seedlings were evaluated. To define cardinals' temperatures the seeds were placed in paper roll (germitest) and random samples of 25 seeds each were incubated separately at constant temperature of 10,0 12,5, 15,0 17,5, 20,0 22,5, 25,0 27,5, 30,0 32,5, 35,0 37,5 and 40 °C, respectively, with photoperiod of 8 hours. The fruit of *G. integrifolia* is an indehiscent brown samara. The seed is circular and laterally compressed, with a punctiform hilum located at the base of the seed. Germination is epigeal and phanerocotyledonal, starting on the third day, can be finished on the 15th day after sowing. Seedlings have pivoting primary root; green, smooth and elongated hypocotyls; green, foliaceous, cordiform, glabrous, opposite and petiolate cotyledon. Seeds with 10.7% moisture showed mass of 1000 seeds of 43.4 g and 23040 seeds kg<sup>-1</sup>. Physical purity was 69.4%. The germination follows the three-phase pattern. Phase I lasted two hours and phase II lasted up to 24 hours, at 48 hours initiated phase III. At 72 hours was observed the primary root protrusion. The content of soluble sugars and lipids showed a decrease during seed germination phases. At 120 hours was observed increase of contents of these compounds. Plantmax® and the paper roll substrates, and temperatures between 20 and 30 °C are the conditions recommended for the testing of germination and vigor in *G. integrifolia* seeds. The minimum germination temperature was 12.5 °C, the maximum temperature to obtain normal seedlings was 32.5 °C. Temperatures between 22 and 30 °C seemed most favorable with normal seedlings in excess of 50%. The temperature of 30 °C produced the highest percentage of normal seedlings and average rate.

**Keywords:** native forest species, germination, vigor, biochemistry, cardinal temperatures, substrates.

## 1. INTRODUÇÃO

A pressão antrópica sobre os recursos naturais tem levado a fragmentação e a degradação das áreas florestais em todo o território nacional. A partir da década de 80 a recuperação dessas áreas degradadas foi definida como um dos objetivos da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6938/81, artigo 2º, inciso III) (BRASIL, 1981; BARBOSA; SANTOS-JUNIOR, 2006; RODRIGUES et al., 2009).

Neste contexto, a produção de sementes de espécies florestais nativas ganhou grande importância para a formação das mudas que constituem o insumo básico utilizado nos projetos de recuperação e conservação de ecossistemas (VIEIRA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2009). A legislação é responsável pela maioria dos casos de reflorestamento, exigindo a utilização de sementes e mudas com qualidade e identidade garantidas, nos plantios destinados à adequação ambiental, reposição de reserva legal e de áreas de preservação permanentes, projetos resultantes de condicionantes de licenciamento ambiental, de termos de ajuste de conduta, e da redução de passivos ambientais (BRANCALION et al., 2010b).

Além da demanda legal, a demanda por sementes de espécies nativas para utilização em projetos de plantio voluntário, por simples consciência ecológica, também aquece o mercado (VIEIRA et al., 2001; BRANCALION et al., 2010b). Buscando atender esse mercado, é crescente o interesse dos produtores de mudas em conhecer técnicas eficientes para propagação de espécies florestais nativas e produção de mudas de qualidade (VIEIRA et al., 2001; BARBOSA; SANTOS-JUNIOR, 2006; PIÑHA-RODRIGUES et al., 2007; LIMA-JUNIOR, 2010).

A base para produção de mudas de espécies nativas é a obtenção de sementes de qualidade. Neste sentido, diversos artigos estão sendo publicados com o objetivo de estabelecer parâmetros para avaliação da qualidade física, bioquímica, e morfofisiológica de sementes florestais nativas (SOUZA et al., 1996; VIEIRA et al., 2001; ALVES et al., 2002; BORGES et al., 2002; ABREU et al., 2005; CORTE et al., 2006; ALBUQUERQUE et al., 2009; BRANCALION

et al., 2010a; LIMA-JUNIOR, 2010; NOGUEIRA et al., 2010; BARRETO; FERREIRA, 2011; MAFRA et al., 2011; LEMES et al., 2012).

A qualidade de sementes pode ser definida como o conjunto de características de natureza genética, sanitária, física e morfofisiológica que determinam seu valor para comercialização (MARCOS-FILHO, 2005). A qualidade física das sementes refere-se à composição do lote de sementes que está sendo comercializado e permite inferir sobre o tamanho, maturidade e sanidade das sementes (BRASIL, 2009). Os conhecimentos sobre morfologia também são relevantes especialmente no primeiro momento onde testes específicos ainda não foram aplicados, influenciando na escolha do lote de sementes (MARCOS-FILHO, 2005; PIÑA-RODRIGUES et al., 2007). Além disso, os estudos sobre morfologia de frutos, sementes e plântulas, fornecem base de dados que pode ser utilizada em pesquisas envolvendo banco de sementes, ciclo biológico e regeneração natural da espécie (GARWOOD, 1996).

A qualidade fisiológica da semente reflete sua capacidade para desenvolver funções vitais, abrangendo germinação e vigor (POPINIGIS, 1985). O teste de germinação é o parâmetro mais utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes. O vigor representa a soma de todas as propriedades das sementes que determinam o desempenho da semente durante a germinação e a emergência de plântulas. Nos testes de vigor, as sementes que apresentam germinação rápida e uniforme são consideradas mais vigorosas, enquanto as sementes de baixo desempenho são consideradas de baixo vigor (ISTA, 2004; MARCOS FILHO, 2005; BARSIL, 2009; OLIVEIRA et al., 2009; KHAN et al., 2010; MILOSEVIC et al., 2010).

Neste trabalho, o vigor foi quantificado por meio da velocidade de germinação (índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação), uniformidade de germinação (frequência relativa e entropia informacional de germinação, ou índice de incerteza), comprimento e massa das plântulas frescas e secas. A expressão do vigor também foi avaliada sob a influência de diferentes substratos e temperaturas.



*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, conhecida popularmente como pau d'alho, é uma espécie florestal nativa que apresenta ampla distribuição no território nacional e muitas potencialidades. Considerada uma espécie de crescimento rápido (SILVA; OLIVEIRA, 1997; LORENZI, 2002; NOGUEIRA et al., 2004), é indicada para recuperação de ecossistemas degradados (DEMUNER et al., 2004; FEIJÓ et al., 2009). Nas áreas degradadas, além de se estabelecer rapidamente, auxilia na regeneração natural devido à intensa produção e dispersão de frutos anemocóricos (BARBOSA; PIZO, 2006). Além disso, trata-se de uma espécie que apresenta potencial madeireiro (CARVALHO, 2006), medicinal (AKIZUE et al., 1986), fitoquímico (SILVA et al., 2011) e paisagístico (LORENZI, 2002), motivo pelos quais tem sido estudada por diversos pesquisadores (MAINIERI; CHIMELO, 1989; FREITAS et al., 2008; ANDRADE et al., 2009; BUSSMAN; GLENN, 2010; MARCONDES et al., 2011).

Embora existam informações sobre a germinação de *G. integrifolia* (SILVA; OLIVEIRA, 1997; BARROS et al., 2005), os aspectos da qualidade física, morfofisiológica, e bioquímica das sementes são pouco conhecidos. O sucesso no estabelecimento de um novo indivíduo é diretamente determinado pelas características físicas, morfofisiológicas e bioquímicas da semente (BEWLEY; BLACK, 1994). Desse modo, caracterizar tanto quanto possível as unidades de propagação dessa espécie representa o ponto de partida para o sucesso da sua propagação e exploração racional.

## 2. OBJETIVO

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Neste trabalho objetivou-se avaliar a morfologia, e a qualidade física e fisiológica das sementes de *Gallesia integrifolia*.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Descrever as características morfológicas de frutos, sementes, plântulas e do desenvolvimento pós-seminal;

Caracterizar a qualidade física das sementes;

Estudar a embebição das sementes e associar com o modelo trifásico de absorção de água;

Quantificar o conteúdo de açúcares solúveis totais e de lipídeos nas sementes intactas, e após o início da embebição;

Identificar o melhor substrato e temperatura para condução dos testes de germinação e vigor;

Identificar as temperaturas mínima, ótima, máxima e letal para a germinação das sementes.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

O pau d'alho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Phytolaccaceae)), é uma espécie florestal, perenifólia e endêmica do Brasil (Figura 1). Apresenta ampla distribuição natural no território nacional sendo muito frequente nas florestas pluviais atlânticas e florestas estacionais semidecíduais do Ceará até o Paraná. Em menores densidades é representada no Centro-Oeste, na Amazônia (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2006; MACHIORETTO, 2012) e no Peru, onde é conhecida por ajoskiro e palo de ajo (BUSSMANN; GLENN, 2010). Em estudo realizado por Akizue et al. (1986), foram encontradas no Instituto de Botânica da Secretaria da Agricultura de São Paulo exsicatas de exemplares procedentes do Acre.



**Figura 1.** Aspecto geral de um indivíduo adulto de *Gallesia integrifolia* (Jerônimo Monteiro-ES).

Seu nome popular é reconhecido em toda área de ocorrência devido ao forte cheiro de alho que exala de todas as suas partes (ANDRADE et al., 2009). Lorenzi (2002) cita que o cheiro é ainda mais forte em dias com umidade relativa do ar alta. O forte odor provavelmente está relacionado à presença de

compostos sulfurosos em todos os tecidos da folha (AKIZUE et al., 1986). O pau d'alho também é conhecido vulgarmente por guararema, ibirarema e ubirarema (CARVALHO, 2006) e é considerada uma espécie indicadora de terras férteis (SILVA; OLIVEIRA, 1997).

Devido à ampla distribuição geográfica, que envolve ambientes com características edafoclimáticas diferentes, as árvores apresentam alturas que variam de 5 a 30 m, e diâmetro a altura do peito (DAP) que variam de 70 a 140 cm. É considerada uma espécie de crescimento rápido que apresenta tronco retilíneo com casca espessa e sua madeira perde o cheiro de alho quando seca, tornando-se durável (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2006).

A madeira, anteriormente pouco explorada, vem substituindo com sucesso o uso da *Araucaria angustifolia* e *Pinnus* sp. na confecção de forros e revestimentos. É moderadamente pesada, dura ao corte e não apresenta acabamento uniforme, característica que faz com que seja suscetível ao ataque de organismos xilófagos. Mesmo assim, seu uso é indicado na construção civil, confecção de barcos, caixotaria, prestando-se também para a produção de celulose e papel (MAINIERI; CHIMELO, 1989; LORENZI, 2002; CARVALHO, 2006).

Além do potencial madeireiro, trata-se de uma espécie que possui propriedades medicinais, sendo indicada na medicina popular para o tratamento de doenças respiratórias, verminoses e reumatismo (AKIZUE et al., 1986; AZEVEDO; SILVA, 2006; BUSSMANN; GLENN, 2010). Marcondes et al. (2011) destacam o potencial aleloquímico dos hidrolatos de *G. integrifolia* no controle de nematoides do gênero *Meloidogyne*. O extrato aquoso, tanto da casca como das folhas inibiu a germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L., evidenciando efeito fitoquímico (SILVA et al., 2011).

Os efeitos medicinais e fitoquímicos provavelmente estão relacionados com a presença de alcalóides, óleos essenciais e taninos, compostos que foram verificados por Akisue et al. (1986) em folhas frescas, fermentadas e secas de *G. integrifolia*. Além disso, Carvalho (1994) cita a presença de cumarina, outro metabólito secundário presente na casca que, segundo

Ferreira e Áquila (2000), possui efeito aleloquímico e tem sido utilizado como alternativa a herbicidas, inseticidas e nematicidas.

No paisagismo, é utilizada na arborização rural (LORENZI, 2002), mas é em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (SILVA; OLIVEIRA, 1997; BARBOSA; SANTOS-JUNIOR, 2006; FEIJÓ et al., 2009), que *G. integrifolia* se destaca, uma vez que apresenta intensa produção de frutos anemocóricos e interação com a avifauna, características que auxiliam a regeneração natural (BARBOSA; PIZO, 2006). Além disso, é citada na literatura como pioneira (SILVA; OLIVEIRA, 1997; LORENZI, 2002; NOGUEIRA et al., 2004), embora, Demuner et al. (2004), ao avaliar o desenvolvimento inicial de *G. integrifolia* em diferentes níveis de sombreamentos, constataram que o desenvolvimento pode ser prejudicado em condições extremas de luz, sugerindo que as clareiras de porte médio são as que mais beneficiam o desenvolvimento em condições naturais.

Resultado semelhante foi encontrado por Feijó et al. (2009), que estudando o efeito do sombreamento denso no crescimento e nas respostas fotossintéticas de *G. integrifolia*, verificaram que as plântulas dessa espécie possuem grande capacidade de adaptação a ambientes sombreados, porém, em porcentagens inferiores a 25% de luz do dia, as plântulas apresentaram sinais de estresse.

Os frutos, classificados como sâmara, inicialmente são verdes, e quando maduros, adquirem coloração parda. Cada fruto contém uma única semente, que é praticamente impossível de ser separada sem que aja prejuízo à integridade do embrião. O indivíduo adulto produz a cada dois anos grande quantidade de frutos com sementes viáveis (LORENZI, 2002).

*Gallesia integrifolia* é uma espécie que apresenta múltiplos usos, motivo pelo qual tem sido alvo de estudos por diversos pesquisadores. Andrade et al. (2009) estudaram o efeito da procedência na variação radial do comprimento de fibras e densidade básica da madeira de *G. integrifolia*, e sugerem que as diferenças observadas na densidade da madeira provavelmente estão relacionadas ao local de procedência das sementes que

deram origem às matrizes e aos fatores ambientais que as matrizes foram submetidas durante o desenvolvimento.

Freitas et al. (2008) estudaram as variações genéticas para caracteres quantitativos em populações de *G. integrifolia*, e concluíram que o diâmetro a altura do peito, o volume e a sobrevivência apresentam substancial dependência genética. Lopes et al. (2012a), objetivando fornecer maiores informações para facilitar a identificação das plântulas no campo, caracterizaram morfológicamente as plântulas de *G. integrifolia* do 19<sup>o</sup> ao 110<sup>o</sup> dia após a semeadura que foi realizada em condições de casa de vegetação.

Em uma área de reflorestamento, Nogueira et al. (2004) avaliaram a fotossíntese e a eficiência do uso da água de 20 espécies tropicais de diferentes estádios sucessionais, incluindo *G. integrifolia*, e evidenciaram que as variações nas características fotossintéticas estão associadas com a separação de espécies em grupos ecológicos.

Com objetivo de fornecer dados sobre o comportamento germinativo das sementes de *G. integrifolia*, Silva e Oliveira (1997) avaliaram vários aspectos, entre eles, o envelhecimento acelerado, a duração do fotoperíodo, o armazenamento, e a germinação em diferentes temperaturas. As sementes submetidas ao envelhecimento acelerado atingiram maior hidratação e menor capacidade germinativa 120 h após o início do teste, e a germinação foi menor em condições de fotoperíodo de dias curtos (12 h luz e 12 h escuro). Houve redução da capacidade germinativa aos 120 dias de armazenagem, tanto em sacolas de plástico, como nas de papel, mantidas em condições de geladeira, ou ambiente. A capacidade germinativa e a temperatura foram diferentes quando comparada a semeadura realizada em placas de Petri com a semeadura em caixas gerbox, sendo maior nas placas de Petri nas temperaturas entre 15 e 25 °C, e no gerbox de 20 a 25 °C.

Barros et al. (2005) estudando a germinação sob diferentes regimes de temperatura, luz e de umidade do substrato, concluíram que as sementes de *G. integrifolia* são capazes de germinar tanto em condições de clareira como de dossel, ou seja o desempenho germinativo foi indiferente à presença de luz. Os

resultados indicam que a germinação é favorecida nas temperaturas entre 20 e 30 °C, e no substrato menos úmido.

Apesar de sua importância e utilidade, as populações naturais de *G. integrifolia* estão ameaçadas tendo em vista a intensa pressão antrópica nas áreas de Mata Atlântica, onde são encontradas as maiores populações naturais dessa espécie (CARVALHO, 2006; FREITAS et al., 2008). Neste contexto, o ponto de partida exploração racional desta espécie é conhecer as condições mais adequadas para a sua propagação.

### 3.2. SEMENTES FLORESTAIS

As sementes constituem a principal via de propagação das espécies florestais nativas. Atualmente, a ênfase dada aos problemas ambientais, tais como degradação e fragmentação, aliada à tendência de que é exigido cada vez mais o cumprimento da lei na manutenção dos recursos naturais, têm intensificado o interesse na propagação dessas espécies (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007; LIMA-JUNIOR, 2010).

A Lei nº 10.711/03 (Sistema Nacional de Sementes e Mudas) e o Decreto nº 5.153/04 (Capítulo XII – Das espécies florestais, nativas ou exóticas, e das de interesse medicinal ou ambiental), são instrumentos legais que têm o objetivo de garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal, produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional (BRASIL, 2003; BRASIL, 2004).

A qualidade de sementes pode ser definida como um conjunto de características de natureza genética, sanitária, física e morfofisiológica, que determinam seu valor para comercialização (MARCOS-FILHO, 2005). Todas as sementes comercializadas devem conter em sua etiqueta, de forma clara e completa, o nome da espécie, a procedência das sementes, o nome do produtor, os dados da análise física (pureza, teor de água e número de semente  $\text{kg}^{-1}$ ), bem como a porcentagem de germinação. São esses dados que, além de garantir a qualidade e a identidade do material comercializado,

permitem a aplicação e a fiscalização da Legislação Brasileira de Sementes e Mudas (LIMA-JUNIOR, 2010).

Entretanto, devido à falta de um sistema de produção de sementes florestais nativas regulamentado por normas técnicas e ao reduzido número de viveiros certificados, é prática comum a comercialização de lotes de sementes sem ter a mínima garantia da sua qualidade (BARBOSA; SANTOS-JUNIOR, 2006; PIÑA-RODRIGUES et al., 2007; RODRIGUES et al., 2009; BRANCALION et al., 2010b).

Nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), em contraste com o setor agrícola, ainda são sucintas as informações sobre os procedimentos para avaliação da qualidade de sementes de espécies florestais nativas. Deve-se considerar ainda que as informações não levam em conta a heterogeneidade morfofisiológica, características comuns em sementes de espécies florestais (WINN, 1991).

A enorme diversidade de espécies encontrada no Brasil, bem como a falta de parâmetros para a avaliação da qualidade física e morfofisiológica das sementes de cada espécie e de tecnologia adequada para propagação, também são considerados entraves (LIMA-JUNIOR, 2010). Existem outros entraves para comercialização em larga escala de sementes de espécies florestais nativas, tais como: a não periodicidade na produção, a presença de dormência, e a recalcitrância, podem ser citados como exemplos (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007; KELLER et al., 2009).

Segundo Brasil (2009), a única maneira segura de conhecer a qualidade real de um lote de sementes é por meio da análise da sua qualidade física e morfofisiológica.

### 3.3. MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS

As informações referentes às variações morfológicas, na aparência ou na estrutura, estão associadas com a qualidade física e fisiológica de sementes



florestais. Conhecimentos sobre morfologia são relevantes especialmente no primeiro momento, em que testes específicos ainda não foram aplicados, influenciando na escolha do lote de sementes (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007). Estudos objetivando caracterizar a morfologia de frutos, sementes e plântulas de espécies nativas foram desenvolvidos por Barroso et al. (1999), Donadio e Dematê (2000), Cruz e Carvalho (2003), Abreu et al. (2005), Barroso et al. (2007), Silva et al. (2008), Matheus et al. (2009), Nogueira et al. (2010), Rego et al. (2010), Barreto e Ferreira (2011), Lemes et al. (2011) e Lopes et al. (2012a).

Na Taxonomia, a caracterização de sementes, frutos e plântulas auxilia na identificação e diferenciação de espécies no campo (OLIVEIRA, 1993). Embora frutos e sementes sejam pouco utilizados na Botânica Sistemática (DONADIO; DEMATTÊ, 2000), muitas vezes são os únicos elementos disponíveis para identificação, como é o caso de laboratórios que recebem apenas frutos e sementes para análises de rotina. Segundo Barroso (1999), algumas espécies podem apresentar em suas sementes e frutos características que permitem a identificação da família, ou até mesmo do gênero, espécie ou variedade.

Na tecnologia de sementes, o conhecimento das estruturas permite inferir sobre a germinação, armazenamento e viabilidade das sementes. Este conhecimento é essencial para correta interpretação dos resultados das análises de sementes feitas em laboratório, dos trabalhos científicos, bem como para definir estratégias silviculturais, como a posição de semeadura (OLIVEIRA,1993; REGO et al., 2010).

Nos testes de germinação em laboratório, as sementes são consideradas germinadas quando, em condições ideais, demonstram sua aptidão para produzir uma plântula normal (BRASIL, 2009). Contudo, para a maioria das espécies florestais nativas não existem padrões morfológicos para que a avaliação dos testes de germinação seja feita com segurança, assim como existe para a maioria das culturas agrônômicas.

Araújo-Neto et al. (2002) acrescentam que estudos morfológicos em sementes e plântulas fornecem base de dados que pode ser utilizada em

pesquisas envolvendo banco de sementes, ciclo biológico e regeneração natural da espécie. A maior parte da diversidade morfológica entre plântulas reflete adaptações para fatores abióticos específicos. Considerando que a superação do estágio de plântula é crítica para o sucesso reprodutivo de uma espécie, o desenvolvimento inicial é uma fase importante de ser caracterizada (GARWOOD, 1996).

### 3.4. QUALIDADE FÍSICA DE SEMENTES

A análise da qualidade física de sementes refere-se à composição do lote de sementes que está sendo comercializado. Lotes constituídos apenas por sementes da espécie escolhida e com tamanho uniforme facilitam o manejo e influenciam na decisão do comprador. A caracterização física dos lotes permite inferir sobre o tamanho, maturidade e sanidade das sementes, dados que são indispensáveis para decidir a quantidade de frutos a serem colhidos/comprados, e de sementes necessárias pra fins de semeadura. Entendem-se como características físicas os resultados obtidos nos testes de pureza, teor de água, massa de mil sementes e número de sementes  $\text{kg}^{-1}$  (REBOUÇAS et al., 2008; BRASIL, 2009).

No teste de pureza é determinada a composição percentual por peso de sementes puras e de material inerte presente na amostra (BRASIL, 2009). São consideradas puras as sementes pertencentes à espécie em exame. As unidades de dispersão com semente danificada menor do que a metade do seu tamanho original; sementes atacadas por patógenos; expansões aladas das sementes; e o cálice quando persistente foram definidos como material inerte. Diferente dos lotes de sementes agrícolas, que apresentam colheita mecanizada, nos lotes de sementes florestais em que a colheita é direta e manual, a categoria “outras sementes” é quase inexistente neste teste (BRASIL, 2009; LIMA-JUNIOR, 2010).

De acordo com Brasil (2009) o teor de água das sementes é um parâmetro físico importante que influencia diretamente o tamanho da semente

e conseqüentemente, a massa de mil sementes e o número de sementes  $\text{kg}^{-1}$ . Variações no teor de água das sementes são muito comuns em sementes armazenadas, especialmente naquelas armazenadas inadequadamente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; LIMA-JUNIOR, 2010). O peso de mil sementes e o número de sementes por  $\text{kg}^{-1}$  são informações utilizadas para calcular a densidade de semeadura e para estipular o número de sementes por embalagem (BRASIL, 2009).

Trabalhos que têm como tema a caracterização física de sementes de espécies florestais nativas foram desenvolvidos por Mafra et al. (2011) e Positano e Rocha (2011) utilizando sementes de *Trichilia clausenii* C. DC. e *Senna macranthera* (Dc. ex collad.) H.S. Irwin & Barnaby, respectivamente.

### 3.5. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

A qualidade fisiológica da semente reflete sua capacidade de desenvolver funções vitais, abrangendo germinação e vigor (POPINIGIS, 1985). O teste de germinação é o parâmetro mais utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Neste teste é definido o potencial de germinação de um lote de sementes em condições favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Para isso, o teste deve seguir o procedimento padrão recomendado pelas RAS - Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O vigor é a soma de todas as propriedades das sementes que determinam o nível de atividade e o desempenho da semente, ou do lote de sementes, durante a germinação e a emergência de plântulas. O objetivo básico dos testes de vigor é avaliar ou detectar diferenças na qualidade de lotes que possuem porcentagem de germinação semelhante. Nestes testes, sementes que apresentam germinação rápida e uniforme e boa emergência em condições de campo são consideradas mais vigorosas, enquanto sementes de baixo desempenho são consideradas de baixo vigor (ISTA, 2004; MARCOS FILHO, 2005; BARSIL, 2009; OLIVEIRA et al., 2009; KHAN et al., 2010; MILOSEVIC et al., 2010).

Os testes de vigor são classificados em diretos e indiretos. Os testes diretos são os que simulam as condições (às vezes adversas) que ocorrem no campo, e os indiretos são os que avaliam atributos (físicos e morfofisiológicos), que indiretamente se relacionam com vigor das sementes (POPINIGIS, 1985; NAKAGAWA, 1999; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Embora os testes de vigor não sejam reconhecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), por não apresentarem uma metodologia padronizada, estes são utilizados em pesquisas e pelas empresas produtoras de sementes com inúmeras finalidades, sendo a principal delas a determinação do potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005; OLIVEIRA et al., 2009; KHAN et al., 2010).

Neste trabalho, o vigor das sementes foi quantificado por meio da velocidade de germinação (índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação), uniformidade da germinação (frequência relativa e entropia informacional de germinação), comprimento e massa das plântulas secas. A expressão do vigor também foi avaliada sob a influência de diferentes substratos e temperaturas.

No índice de velocidade de germinação (IVG), quanto maior o índice, maior a velocidade de germinação das sementes. Foi calculado conforme fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{n_1} + \frac{G_2}{n_2} + \dots + \frac{G_i}{n_i}$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G = número de sementes germinadas a cada dia; e

n = número de dias transcorridos da semeadura à última contagem.

O tempo médio de germinação (TM) foi calculado utilizando-se a fórmula proposta por Labouriau (1983), onde as sementes que germinam tardiamente contribuem menos do que aquelas que germinam precocemente.

$$TM = \frac{\sum ni \cdot ti}{\sum n}$$

Em que:

TM = tempo necessário para atingir a germinação máxima (dias);

ni = número de sementes germinadas em um intervalo de tempo;

ti = tempo após a semeadura; e

$\sum n$  = número total de sementes germinadas.

A uniformidade de germinação foi avaliada por meio da frequência relativa de germinação (FR), calculada de acordo com Labouriau e Valadares (1976), a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo decorrido após a semeadura.

$$FR = \frac{ni}{\sum ni}$$

Em que:

FR = frequência relativa de germinação;

ni = número de sementes germinadas por dia; e

$\sum ni$  = número total de sementes germinadas.

Foi calculado, de acordo com Labouriau (1983), o índice de entropia informacional de distribuição de frequências relativas da germinação (ou índice de incerteza), que avalia a sincronização do processo germinativo. Neste índice, quanto mais ordenado e sincronizado o processo germinativo, menor a sua entropia. A unidade de medida é expressa em bits, cada bit é uma medida binária que conta os eventos germina e não germina. Sendo assim, esse índice não é influenciado pelo número total de sementes que germinam, nem pelo tempo médio ou velocidade de germinação (SANTANA; RANAL, 2004).

$$\bar{E} = - \sum f_i \cdot \log_2 f_i$$

Em que:

$\bar{E}$  = entropia informacional;

$f_i$  = frequência relativa de germinação; e

$\log_2$  = logaritmo na base 2.

As diferenças entre plântulas podem ser quantificadas para definir aquelas mais vigorosas. Neste sentido, a determinação do comprimento médio da parte aérea e do sistema radicular das plântulas normais implica que as amostras que apresentam os maiores valores médios são mais vigorosas. As amostras que apresentam maiores valores médios de massa de plântulas normais secas, também são consideradas mais vigorosas (VANZOLINI; NAKAGAWA, 2007; OLIVEIRA et al., 2009). As sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de massa (POPINIGIS, 1985; NAKAGAWA, 1999; OLIVEIRA et al., 2009).

### 3.6. GERMINAÇÃO

Existem muitos conceitos para germinação, contudo, do ponto de vista da tecnologia de sementes, deve-se considerar germinada a semente que apresentar emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para formação de uma plântula normal em condições favoráveis (BRASIL, 2009).

Para germinar, as sementes devem estar viáveis, maduras morfofisiologicamente e não apresentarem dormência. Segundo Taiz e Zeiger (2009), a germinação de sementes viáveis não dormentes inicia-se com embebição de água, fator ambiental que desencadeia uma sequência de reações metabólicas relacionadas com síntese e degradação de moléculas que culminam na protrusão da raiz primária.

A embebição é um tipo de difusão que ocorre quando as sementes absorvem água. É um processo físico relacionado com as propriedades dos colóides, o qual depende da composição e da permeabilidade do tegumento da semente ou da parede do fruto e da disponibilidade de água no estado líquido ou gasoso, independente da viabilidade da semente (POPINIGIS, 1985).

De forma geral, a germinação obedece a um padrão trifásico de absorção de água. A fase I é caracterizada por rápida absorção de água, e a fase II, pela estabilização no teor de água das sementes. A fase III, conhecida como fase visível da germinação, é caracterizada pela retomada da absorção de água pelas sementes, culminando com a protrusão da raiz primária. A duração de cada fase do processo germinativo é influenciada por fatores endógenos e exógenos à semente. (BEWLEY; BLACK, 1994).

A composição química da semente é um fator endógeno que influencia diretamente o vigor da semente, uma vez que são estas substâncias, armazenadas na semente, que proporcionam os nutrientes e a energia necessária para a manutenção das funções vitais da própria semente e da plântula na fase pós-seminal (POPINIGIS, 1985).

As sementes apresentam composição química bastante variável. De forma geral, os principais compostos químicos de reserva em uma semente são os carboidratos (incluindo os açúcares solúveis), os lipídios e as proteínas. Estes componentes oriundos de elementos acumulados anteriormente em outras partes da planta por meio da fotossíntese são translocados para semente durante sua formação e desenvolvimento (TAIZ; ZEIGUER, 2009).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a composição química das sementes é definida geneticamente, mas pode em alguns casos ser influenciada pelas condições ambientais que as matrizes foram submetidas. Durante o processo germinativo, desde a fase da embebição da semente até a expansão do primeiro par de folhas da nova plântula, esses compostos são degradados para inúmeras finalidades, implicando assim, em alterações significativas em suas concentrações (CORTE et al., 2006; BERNARDES, 2010).

Os açúcares solúveis se constituem na reserva de carbono mais prontamente disponível para as sementes durante a germinação (BUCKERIDGE et al., 2004). Os lipídeos, além de se constituírem em importantes reservas de carbono, são utilizados para formação de outros compostos energéticos como NAD e FAHD<sub>2</sub>, que são utilizados durante a germinação de sementes (HELDT; PIECHULA, 2011). Sendo assim, a caracterização da composição química de sementes florestais nativas é importante, pois representa o primeiro passo para a prospecção de substâncias de interesse comercial (BERNARDES, 2010).

A temperatura é um fator exógeno que influencia diretamente a velocidade de absorção de água e a velocidade das reações bioquímicas que determinam a germinação, afetando o total de sementes germinadas, a velocidade e a uniformidade do processo (POPINIGIS, 1985). Na ausência de fatores limitantes, a germinação ocorre em ampla faixa de temperatura. Cada espécie apresenta uma temperatura ótima na qual a mais alta porcentagem de germinação é obtida, no menor espaço de tempo e um limite de temperatura máxima e mínima, acima e abaixo das quais a germinação não ocorre, esta



são denominadas temperaturas cardinais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; PIÑA-RODRIGUES et al., 2007; LIMA-JUNIOR, 2010).

As sementes de espécies florestais nativas apresentam comportamento muito variável em relação a temperatura (BRANCALION et al., 2010a). A padronização destas condições, consideradas ótimas, é importante para que os resultados dos testes de germinação possam ser reproduzidos e comparados, dentro de limites tolerados pelas RAS (BRASIL, 2009).

O substrato é outro fator exógeno que apresenta grande influência na germinação de sementes, uma vez que sua função é manter as condições adequadas para que o processo germinativo ocorra (BRASIL, 2009). O tamanho e as exigências ecofisiológicas das sementes quanto à umidade e luz são características que devem ser considerados na escolha do substrato (POPINIGIS, 1985).

A composição, capacidade de retenção de água, estrutura dos poros, pH, pureza microbiológica, resistência, toxicidade e textura também são características importantes que podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; BRASIL, 2009; LIMA-JUNIOR, 2010). Antes de 2009 eram indicados para o teste de germinação quatro tipos de substratos: papel, pano, areia e solo (BRASIL, 1992). A partir da publicação de nova edição das regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), os substratos recomendados são papel e areia.

Além dos substratos convencionais, o efeito de substratos alternativos a base de fibra de coco (PACHECO et al., 2006; PACHECO et al., 2007; PINTO et al., 2011), casa de arroz carbonizada (ARAÚJO; SOBRINHO, 2011), cama de frango, palha de café (MARTINS-FILHO et al., 2007), esterco de boi (CHARLO et al., 2006), casca de amendoim (ROWEDER et al., 2012) e húmus de minhoca (ALVES et al., 2008), são frequentemente avaliados em experimentos que envolvem a germinação e a produção de mudas de espécies florestais nativas.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D. C. A. de; KUNIYOSHI, Y. S.; NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. de S. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Allophylus edulis* (st.-hil.) Radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p.59-66, 2005.

AKIZUE, M. K.; AKIZUE, G.; OLIVEIRA, F. Caracterização farmacognóstica de pau d'alho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms.). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.1, n. 2, 1986.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, I. F. de; CLEMENTE, A. da C. O. S. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.12-19, 2009.

ALVES, E. U.; PAULA, R. C.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; DINIZ, A. A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BARROS, H. H. A.; GONÇALVES, E. P.; ALVES, A. U.; GONÇALVES, G. S.; OLIVEIRA, L. S. B.; CARDOSO, E. A. Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Semina**, v. 29, n. 1, p. 69-82, 2008.

ANDRADE, I. M, LONGUI, E. L.; LIMA, I. L; FLORSHEIM, S. M. B. Efeito da procedência na variação radial do comprimento de fibras e densidade básica da madeira de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **IF Série Registros**, n. 40, p. 39-43, 2009.

ARAÚJO, A. P.; SOBRINHO, S. P. Germinação e produção de mudas de taboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, ed especial, p. 581-588, 2011.

ARAÚJO-NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M.; PAULA, R. C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 203-211, 2002.

AZEVEDO, S. K. S.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 185-194, 2006.

BARBOSA, J. M.; SANTOS-JUNIOR, N. A. Produção e tecnologia de sementes aplicadas à recuperação de áreas degradadas. In: **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006, p. 78-87.

BARBOSA, K. C.; PIZO, M. A. Seed rain and seed limitation in a planted gallery forest in Brazil. **Restoration Ecology**. v. 14, p. 504-515, 2006.

BARRETO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de leguminosae mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.

BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'algo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1999, 443p.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; COSTA, C. G.. **Sistemática de Angiospermas** do Brasil. v. 1, 2ª ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2007, 309p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994, 445p.

BERNARDES, R. S. A. 2010. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart.) submetidas ao aumento de temperatura**. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 66p.

BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; SOARES, C. P. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Crescimento e mobilização de carboidrato em embrião de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* Irwin et Barneby) durante a germinação. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 69-76, 2002.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótimas de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15-021, 2010a.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009, 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 1992, 365p.

BRASIL. Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n. 6.938 de 31 de agosto de 1981). Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. **Legislação Federal**, Brasília. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)

BRASIL. Legislação Brasileira sobre sementes e mudas (Lei n. 10.711, de 5 de agosto de 2003) Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. **Legislação Federal**, Brasília. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/l10.711.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm)

BRASIL. Legislação Brasileira sobre sementes e mudas (Decreto n. 5.153, de 23 de julho de 2004). Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas – SNSM. e dá outras providências. **Legislação Federal** Brasília, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5153.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5153.htm)

BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P. M.; SANTOS, H. P.; TINÉ M. A. S. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F.(org.) **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004, 324p.

BUSSMANN, R. W.; GLENN, A. Traditional Peruvian medicine for the treatment of respiratory disorders. **Revista Peruana de Biologia**, v. 17, n. 2, p. 331-346, 2010.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Colombo: Embrapa Florestas, v. 2, 2006, 627p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1994, 640p.

CORTE, V. B.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. A.; VENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae- Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, n. 30, v. 6, p. 941-949, 2006.

CHARLO, H. C. O.; MÔRO, F. V.; SILVA, V. L.; SILVA, B. M. S.; BIANCO, S.; MORÔ, J. R. Aspectos morfológicos, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Achrotophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. e Drude (Arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 933-940, 2006.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis* cf. *venulosa* Mart. & Eichler - Sapotaceae). **Acta Amazonica**, v. 33, p. 389-398, 2003.

DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 17, p. 45–55, 2004.

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes, e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) - Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 64-73, 2000.

FEIJÓ, N. S. A.; MIELKE, M. S.; GOMES, F. P.; FRANÇA, S.; LAVINSKY, A. O. Growth and photosynthetic responses of *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms and *Schinus terebinthifolius* Raddi seedlings in dense shade. **Agroforestry Systems**, v. 77, p. 49–58, 2009.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da Ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 175-204, 2000.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M. A. Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Revista do Instituto Florestal**, v. 20, n. 2, p. 165-173, 2008.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M.D (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: Unesco. 1996, p. 59-129.

HELDT H. W.; PIECHULLA B. **Plant biochemistry**. Burlington, MA, USA: Elsevier Academic Press, 2011, 622p.

INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **ISTA**. Zürich, 2004, 180p.

KELLER, L.; LELES, S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; COUTINHO, R. P.; NASCIMENTO, D. F. Sistema de blocos prensados para produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, v. 33 n. 2, 2009.

KHAN, A. Z.; SHAH, P; MOHD, F.; KHAN, H. PERVEEN, A. S.; NIGAR, S.; KHALIL, S. K.; ZUBAIR, M. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in wheat. **Pakistan Journal of Botany**. v. 42, n. 5, p. 3147-3155, 2010.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983, 173p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LEMES, E. Q.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Germinação e caracterização morfológica de sementes de *Cupania vernalis* CAMBESS. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 18, n. 1, p. 71-82, 2011.

LIMA-JUNIOR, M. J. V. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010, 146p.

LOPES, A.; ROSA-OSMAN, S. M.; PIEDADE, M. T. F. Caracterização morfológica das plântulas de cinco espécies arbóreas da floresta estacional semidecidual, **Brasil Florestal**, v. 42, n. 1, p. 105-114, 2012a.

LOPES, J. C.; BARBOSA, L. G.; CAPUCHO, M. T. Biometria, dormência e viabilidade de sementes de *Senna macranthera*. **Nucleus**, v. 9, p. 247-256, 2012b.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1, 2002, 352p.

MAFRA, C. R. B.; CHERUBIN, M. R.; FORTES, F. O.; GALLIO, E. Caracterização física e os efeitos da pré-embebição em água na germinação de sementes de *Trichilia clausenii* C. DC. (Meliaceae). **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 211-221, 2011.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-77, 1962.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989, 418p.

MARCHIORETTO, M. S. 2012. Phytolaccaceae. In. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB012578>

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq., 2005, 495p.

MARCONDES, M. M.; FERREIRA, S. G. M.; SCISLOSKI, S. F.; MATEUS, M. A. F.; FARIA, C. M. D. R. Efeito de diferentes concentrações de hidrolatos da eclosão de juvenis de *Meloidogyne* sp.. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, 2011.

MATHEUS, M. T.; BARCELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento pós-seminal de cabelo-de-negro (*Connarus suberosus* Planch. (Connaraceae)). **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 4, p. 407-412, 2009.

MARTINS-FILHO, S.; FERREIRA, A.; ANDRADE, B. S.; RANGEL, R. M.; SILVA, M. F.; Diferentes substratos afetando o desenvolvimento de mudas de palmeiras. **Ceres**, v. 54, n.311, p. 80-86, 2007.

- MILOSEVIC, M.; VUJAKOVIC, M.; KARAGIC, D. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, v. 42, n. 1, p. 103-118, 2010.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 221, 1999.
- NOGUEIRA, A., MARTINEZ, C. A.; FERREIRA, L. L.; PRADO, C. H. B. A. Photosynthesis and water use efficiency in twenty tropical tree species os differing succession status in a Brazilian reforestation. **Photosynthetica**, v. 42, n. 3, p. 351-356, 2004.
- NOGUEIRA, F. C. B.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Caracterização da germinação e morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Dalbergia cearenses* Ducke (pau-violeta) – Fabaceae. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 4, p. 978-985. 2010.
- OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, v. 2, n. 4, 2009.
- OLIVEIRA, E. de. C. Morfologia de plântulas. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, p. 175-213, 1993.
- PACHECO, V. M.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.
- PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; BARBOSA, M. D. B.; FERREIRA, R. L. C.; PASSOS, M. A. Germinação de sementes de *Platypodium elegans* Vog. Submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e substratos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 497-501, 2007.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; LELES, P. S. dos S. BREIER, T. B. **Parâmetros técnicos para produção de Sementes Florestais**, Seropédica, EDUR/UFRJ, 2007, 188p.
- PINTO, J. R. S.; SILVA, M. L.; NOGUEIRA, D. T. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; SILVA, A. N. Diferentes tipos de substratos no desenvolvimento inicial de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 180-185, 2011.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985, 285p.
- POZITANO, M.; ROCHA, S. C. S. Caracterização física e germinação de sementes de *Senna macranthera*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 777-784, 2011.

REBOUÇAS, E. R.; GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Caracterização física de frutos e sementes de goiaba da Costa-Rica, produzidos em Manaus, Amazonas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 546-548, 2008.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIOSHI, Y. S. Caracterização morfológica do fruto, da sementes e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 52-60, 2010.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, S. P. H.; ISERHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009, 264p.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 27-46, 2012.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação**: um enfoque estatístico. Brasília: Universidade de Brasília, v.1, 2004, 247p.

SILVA, B. F.; LAMEIRÃO, V. G.; AZEVEDO, I. H. F.; GOI, S. R. Efeito alelopático de extrato aquoso de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms e *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre a germinação e desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Anais... X Congresso de Ecologia do Brasil**, 2011.

SILVA, E. R.; OLIVEIRA, L. M. Q. Aspectos do comportamento germinativo das sementes de pau-d'álho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms - Phytolaccaceae. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.7, n.1/2, p.234, 1997.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V. P.; GONÇALVES, E. P.; Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* Willd., Leguminosae – Papilionideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 104-114, 2008.

SOUZA, F. H. D.; FILHO, J. M.; NOGUEIRA, M. C. Características das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas à qualidade fisiológica, ao padrão de absorção de água e tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 1, p. 33-40, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 819p.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo ABRATES**, v. 17, n.1, p. 76-83, 2007.



VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L. L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. Técnicas de produção de sementes florestais. **EMBRAPA – CPAF**, p. 2-4, 2001.

WINN, A. A. Proximate and ultimate sources of within individual variation in seed mass in *Prunella vulgaris* (Lamiaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 78, p. 838-844, 1991.

## **CAPÍTULO I**

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS, E  
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE *Gallesia  
integrifolia* (Spreng.) Hard**

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS, E  
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE *Gallesia  
integrifolia* (Spreng.) Hard**

**RESUMO**

Objetivou-se neste trabalho caracterizar a morfologia e investigar a qualidade física e as alterações bioquímicas nas sementes de pau d'alto (*Gallesia integrifolia*) durante as diferentes fases da germinação. A caracterização morfológica foi realizada avaliando-se as estruturas externas dos frutos, sementes e plântulas, e internas da semente. A caracterização física das sementes envolveu análise de pureza, teor de água, massa de mil sementes, e padrão de absorção de água. As alterações bioquímicas durante as três fases da germinação foram avaliadas por meio da quantificação de açúcares solúveis totais e lipídeos. O fruto de *G. integrifolia* é uma sâmara indeiscente de coloração parda, com ala apical, pericarpo rugoso, glabro e fosco. A semente é circular e comprimida lateralmente, com hilo puntiforme localizado na base da semente. O tegumento é castanho, liso e papiráceo. A germinação é epigea e fanerocotiledonar, com início no 3<sup>o</sup> dia. O teste de germinação pode ser encerrada no 15<sup>o</sup> dia após a semeadura. A plântula normal apresenta raiz primária pivotante, hipocótilo liso, verde e alongado, cotilédone verde, foliáceo, cordiforme, glabro, oposto e peciolado. As análises físicas revelaram que o teor de água nas sementes recém-colhidas sementes foi de 10,6%. Para sementes com este teor de água a massa de 1000 sementes foi de 43,4 g, o número de sementes kg<sup>-1</sup> de 23040. A pureza física do lote foi de 69,4%. A germinação segue o padrão trifásico, no qual a fase I teve duração de duas horas, a fase II se prolongou até as 24 horas, quando teve início a fase III. Às 72 horas foi observada a protrusão da raiz primária. Os teores de açúcares solúveis totais e de lipídeos das sementes apresentaram decréscimo até o início da fase III da germinação, e acréscimo às 120 horas.

**Palavras-chave:** germinação, embebição de sementes, lipídeos, açúcares solúveis totais.

## ABSTRACT

The objective in this study was to characterize the morphology and investigate the physical and biochemical changes in garlic wood (*Gallesia integrifolia*) the seeds during different stages of germination. Morphological characterization was conducted by evaluating the external fruits, seeds and seedlings, and internal structures of seeds. Physical characterization involved analysis of purity, water content, thousand seed massa, and pattern of water absorption. The biochemical changes during the three phases of germination were evaluated by quantification of soluble sugars and lipids. The fruit of *G. integrifolia* is an indehiscent brown samara, with apical wing, and wrinkled, glabrous and matte pericarp. The seed is circular and laterally compressed, with a punctiform hilum located at the base of the seed. The tegument is brown, slick and papyraceous. Germination is epigeal and phanerocotyledonal, starting on the third day. The germination test can be finished on the 15th day after sowing. Seedlings have pivoting primary root; green, slick and elongated hypocotyls; green, foliaceous, cordiform, glabrous, opposite and petiolate cotyledon. The physical analysis showed that the water content of the seeds was 10.6%. Seeds with this water content showed mass of thousand seeds of 43.4 g, and 23 040 seeds kg<sup>-1</sup>. The physical purity was 69.4%. The following standard germination phase, wherein phase I lasted two hours, stage II lasted up to 24 hours, when it began to phase III. At 72 hours was observed the protrusion of primary root. The levels of soluble sugars and lipids of the seeds showed a decrease until the start of phase III of germination, and increased to 120 hours. The levels of soluble sugars and lipids in the seeds showed a decrease until phase III of germination, and increased after visible germination, at 120 hours.

**Keywords:** germination, imbibition of seeds, lipids, total soluble sugars.

## 1. INTRODUÇÃO

*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Phytolaccaceae) é uma espécie florestal nativa, conhecida popularmente como pau d'alho devido ao forte

cheiro de alho que exala principalmente nos dias de alta umidade relativa do ar (LORENZI, 2002; ANDRADE et al., 2009). Possui ampla distribuição, ocorrendo nas florestas pluviais atlânticas, florestas estacionais semidecíduais do Ceará até o Paraná, no Centro Oeste, na Amazônia (MARCHIORETTO, 2012) e no Peru (BUSSMANN; GLENN, 2010).

O pau d'alho possui propriedades medicinais e fitoquímicas, e as potencialidades dos seus compostos têm atraído o interesse de diversos autores (AKIZUE et al., 1986; AZEVEDO; SILVA, 2006; BUSSMANN; GLENN, 2010; MARCONDES et al., 2011). É uma espécie indicada ainda para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas uma vez apresenta crescimento rápido e auxilia na regeneração natural, devido à intensa produção e dispersão de frutos anemocóricos (DEMUNER et al. 2004; BARBOSA; PIZO, 2006).

As características morfológicas dos frutos e das sementes estão intimamente relacionadas com a germinação e estratégia de estabelecimento da espécie no habitat natural. Neste contexto, a caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas constitui a fase inicial no estudo do ciclo biológico das espécies vegetais e contribui para o entendimento da sua dinâmica em condições de campo (GARWOOD, 1996).

Na identificação da qualidade física e fisiológica de sementes, a morfologia se faz um elemento importante, especialmente no primeiro momento em que testes específicos ainda não foram aplicados (MARCOS-FILHO, 2005; PIÑA-RODRIGUES et al., 2007). A morfologia se aplica ainda na caracterização de processos fisiológicos que se expressam por meio de alterações na forma (JEFFREY, 1982).

Para tecnologistas de sementes, o conhecimento sobre as estruturas morfológicas da semente é utilizado para inferir aspectos da germinação, armazenamento e viabilidade das sementes. Este conhecimento é essencial para correta interpretação dos resultados das análises de feitas em laboratório e dos trabalhos científicos, bem como para definir as estratégias silviculturais da espécie, como a posição de semeadura (OLIVEIRA, 1993; REGO et al., 2010).

Nos testes de germinação realizados em laboratório as sementes são consideradas germinadas quando, em condições ideais, demonstram sua aptidão para produzir uma plântula normal. Contudo, para as espécies florestais nativas não existem padrões morfológicos que permitam que a avaliação dos testes de germinação seja feita com segurança (BRASIL, 2009).

Assim como a caracterização morfológica, a caracterização física das sementes é importante, pois com esses dados é possível inferir sobre seu tamanho, maturidade e sanidade, dados que são indispensáveis para decidir a quantidade de frutos a serem colhidos e de sementes necessárias pra fins de semeadura (REBOUÇAS et al. 2008; BRASIL, 2009). Entendem-se como características físicas os parâmetros de pureza, teor de água, massa de mil sementes e número de sementes  $\text{kg}^{-1}$  (BRASIL, 2009).

Sementes viáveis, maduras morfofisiologicamente e sem dormência, estão aptas a germinar assim que as condições ambientais forem consideradas adequadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Segundo Taiz e Zeiger (2009), a germinação de sementes viáveis não dormentes, inicia-se com a embebição de água, fator ambiental que desencadeia uma sequência de reações metabólicas relacionadas com síntese e degradação de moléculas que culminam na protrusão da raiz primária.

De forma geral, a germinação obedece a um padrão trifásico de absorção de água, em que a fase I é caracterizada por rápida absorção de água, e a fase II, pela estabilização no teor de água das sementes. A fase III, conhecida como fase visível da germinação, é caracterizada pela retomada da absorção de água pelas sementes, culminando com a protrusão da raiz primária. Esses eventos incluem hidratação de proteínas, mudanças estruturais subcelulares, respiração, síntese de macromoléculas e alongação celular (BEWLEY; BLACK, 1994; BEWLEY, 1997).

A caracterização da curva de embebição, com as fases de entrada de água na semente, constitui-se de informação importante para estudos relacionados à permeabilidade do tegumento e à mobilização de reservas (ALBUQUERQUE et al., 2000; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; BORGES et al., 2002b). Com o início da absorção de água pelas sementes ocorre a

ativação de enzimas responsáveis pela mobilização de reservas, produção de energia, e síntese de novos compostos que serão direcionados ao crescimento e desenvolvimento da plântula (BEWLEY; BLACK, 1994; BORGES et al., 2002a).

De forma geral, os principais compostos químicos em uma semente são os carboidratos, os lipídios e as proteínas, sendo que carboidratos constituem açúcares solúveis, oligossacarídeos e polissacarídeos de parede celular, e amido (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; BORGES et al., 2002a; HELDT; PIECHULA, 2011). Os açúcares solúveis se constituem na reserva de carbono mais prontamente disponível para as sementes durante a germinação (BUCKERIDGE et al., 2004). Segundo Bewley e Black (1994), os açúcares podem ainda regular os sinais que afetam a expressão de genes e, conseqüentemente, influenciar o desenvolvimento da planta.

Os lipídeos, além de apresentar função estrutural, representam a forma mais eficiente de estocar energia, e a sua oxidação é mais energética que a dos carboidratos e das proteínas. Estes são motivos pelos quais muitas plantas sintetizam lipídeos durante o desenvolvimento das sementes, garantindo assim maior aporte energético durante a germinação (MARCOS-FILHO, 2005; BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007).

O estabelecimento de um novo indivíduo é diretamente determinado pelas características físicas, fisiológicas e bioquímicas da semente (BEWLEY; BLACK, 1994). Estudos sobre os processos fisiológicos e bioquímicos de sementes são o ponto de partida para o sucesso da propagação e da exploração racional das espécies nativas (BERNARDES, 2010). Neste contexto, caracterizar, tanto quanto possível, as unidades de propagação de *G. integrifolia* se faz fundamental para a avaliação da qualidade das suas sementes, contribuindo para formação de mudas de qualidade e conseqüentemente para a preservação da espécie.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi descrever morfológicamente o fruto, a semente, a plântula e o desenvolvimento pós-seminal, caracterizar a qualidade física, incluindo a curva de embebição das

sementes, e quantificar os açúcares solúveis totais e os lipídeos nas diferentes fases da germinação de *G. integrifolia*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. OBTENÇÃO DOS FRUTOS DE *G. integrifolia*

As sâmaras de pau d'alho (*Gallesia integrifolia*) utilizadas no presente trabalho foram coletadas em setembro de 2012, diretamente da copa de seis árvores matrizes localizadas em Seropédica-RJ, latitude, 22° 45' S, longitude 43° 41' W e altitude de 33 m. O clima da região é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, apresentando duas estações distintas, uma seca, que se estende de abril a setembro e outra quente e chuvosa, que se estende de outubro a março. A precipitação média do ano de 2012 para o município de Seropédica foi de 1045 mm, destes, 150 mm ficaram distribuídos entre os meses de agosto, setembro e outubro, meses que correspondem ao período de maturação e dispersão dos frutos na área de coleta. As temperaturas médias, máximas e mínimas para este período foram, respectivamente 26,2, 28,7 e 20,1 °C, e a umidade relativa do ar média foi de 75,6% (INMET, 2012).

Após a secagem ao sol por três dias, as sâmaras de pau d'alho foram acondicionadas em caixas de papelão e conduzidas ao Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCA/UFES, Alegre-ES, latitude 20° 45' S, longitude 41° 31' W e altitude de 250 m, onde foram realizados os experimentos.

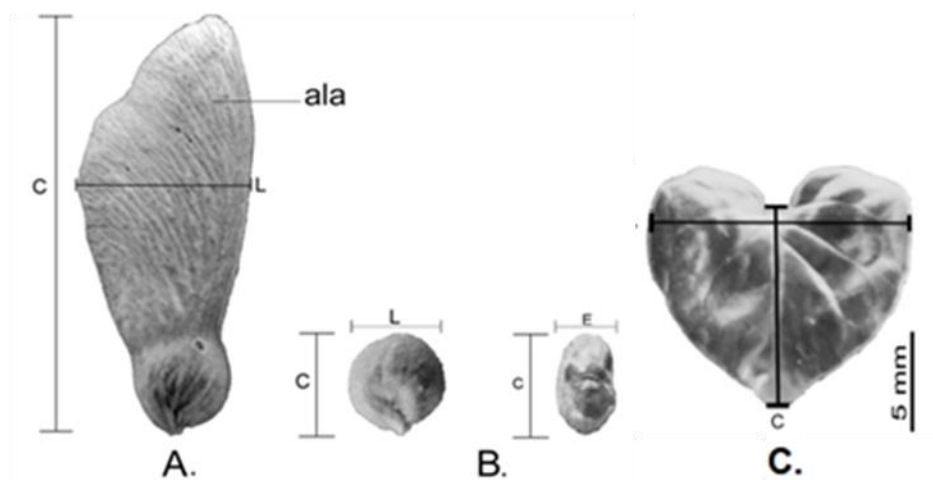
### 2.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO FRUTO, DA SEMENTE E DA PLÂNTULA

As características morfológicas do fruto, da semente, da plântula, e do desenvolvimento pós-seminal de *G. integrifolia* foram fotografadas e descritas. Para descrição da morfológica do fruto, foram utilizadas 100 unidades, retiradas aleatoriamente da amostra média, dos quais se obteve as medidas de



comprimento e largura, utilizando-se um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros. Considerou-se como comprimento, a distância entre a base e o ápice da semente; e a largura, a parte mediana da ala (Figura 1A). Em seguida foram observadas, com auxílio de uma lupa de mesa, as características externas do pericarpo referentes à textura, consistência, pilosidade, brilho, forma e deiscência.

Para a descrição da morfologia das sementes, estas foram retiradas manualmente dos 100 frutos, e então obtidas as medidas de comprimento, largura e espessura. Considerou-se como comprimento, a distância entre a base e o ápice, como largura, o lado mais largo, e como espessura, o lado mais estreito da semente (Figura 1B). O índice de volume (IV) das sementes foi determinado pelo produto do comprimento pela largura e espessura (VIEIRA et al., 2008). Na morfologia externa descreveu-se a coloração, a textura, a forma e a posição do hilo, e a micrópila. Para descrição da morfologia interna da semente foi realizado um corte longitudinal e determinado o tipo, a forma e a posição do embrião, coloração e localização do endosperma e/ou do perisperma.



**Figura 1.** Posição onde foram obtidas as medidas biométricas do fruto (A), da semente (B), e do cotilédone (C) de *G. integrifolia* (C = comprimento; L= largura; E = espessura).

A descrição morfológica do desenvolvimento pós-seminal de sementes de *G. integrifolia* foi realizada até o 15º dia após a semeadura. Para tanto, as sementes foram semeadas no substrato rolo de papel germitest e mantidas em câmara tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sob a temperatura constante de 30 °C. Para isso foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. Com base na morfologia das estruturas das plântulas mais vigorosas, foram avaliados: tipo de germinação, tipo de raiz primária, cor, presença ou ausência de raízes secundárias, hipocótilo (cor e textura), cotilédones (cor, textura e forma, filotaxia e nervação), epicótilo (cor e textura) e eófilos (filotaxia, cor e nervação).

O desenvolvimento pós-seminal foi mensurado a cada três dias, por meio dos seguintes parâmetros: comprimento do hipocótilo e do epicótilo, diâmetro do coleto, comprimento e largura dos cotilédones (Figura 1C).

A terminologia adotada para descrever a morfologia de frutos, sementes e plântula foi baseada em Barroso et al. (1999), Souza (2003), Gonçalves e Lorenzi (2007), Barroso et al. (2007) e Judd et al. (2009). Os dados das características quantitativas foram submetidos à análise descritiva, obtendo-se as respectivas médias, desvio padrão e coeficientes de variação.

### 2.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES

No teste de pureza física foi avaliada a proporção de sementes puras e de material inerte contidos nas amostras. Foram definidos como material inerte: unidades de dispersão com semente danificada menor do que a metade do seu tamanho original; sementes atacadas por patógenos; expansões aladas das sementes; e o cálice, quando persistente (BRASIL, 2009; LIMA-JUNIOR, 2010). A separação dos componentes foi efetuada utilizando-se quatro repetições de 25 gramas de frutos retirados aleatoriamente da amostra média e pesados em balança com precisão de 0,0001 g, sendo os resultados expressos em porcentagem.

O fruto, do tipo sâmara, contém uma semente que é praticamente impossível de ser separada sem que haja prejuízo à integridade do embrião (LORENZI, 2002). Assim, a expansão alada dos frutos foi cortada utilizando-se

uma tesoura e a estrutura resultante considerada semente (BARROS et al., 2005). As demais avaliações foram realizadas a partir da porção de sementes puras obtidas neste teste.

O grau de umidade das sementes foi determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009) utilizando-se quatro amostras de 25 sementes. A massa de mil sementes foi determinada utilizando oito amostras de 25 sementes contadas manualmente e pesadas em balança com precisão de 0,0001 g. O resultado do peso médio foi expresso em gramas semente<sup>-1</sup>. O número de sementes kg<sup>-1</sup> foi calculado, a partir da massa de mil sementes (BRASIL, 2009).

#### 2.4. PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

O padrão de absorção de água foi determinado por meio da obtenção da curva de embebição. Para tanto, quatro amostras de 25 sementes foram acondicionadas em béqueres, contendo água destilada suficiente para submergi-las, e mantidas na temperatura constante de 30 °C durante o período de avaliação. As sementes foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g a cada hora, durante as 12 horas iniciais, e posteriormente a cada 24 horas até 168 horas após o início do teste (7 dias). A porcentagem de umidade foi calculada na base do peso úmido, de acordo com Brasil (2009) aplicando-se a fórmula:

$$U = \frac{P_f - P_i}{P_f}$$

Em que:

U = porcentagem de umidade;

Pf = peso final; e

Pi = peso inicial.

Com os dados obtidos na curva de embebição foram delimitadas as três fases de absorção de água pelas sementes de acordo com Bewley e Black (1994).

## 2.5. QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS E LIPÍDEOS DURANTE A EMBEBIÇÃO DAS SEMENTES

Após a definição das diferentes fases de absorção de água que caracterizam o processo germinativo das sementes, foram caracterizadas as alterações bioquímicas durante este processo por meio da quantificação de açúcares solúveis totais e lipídeos. Inicialmente, as sementes foram colocadas para germinar em câmara tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) a 30 °C, utilizando-se o substrato rolo de papel germitest embebido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. No tempo inicial, após 30 minutos (fase I), 10 horas (fase II), 48 horas (fase III) e 120 horas (pós-germinação), que representam o período intermediário de cada fase da germinação, amostras de sementes foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em geladeira a 15 °C até o momento das análises.

Amostras de sementes com aproximadamente 0,1 g de massa seca foram maceradas e centrifugadas em tubo Ependorf, separando-se as fases hidro e lipossolúveis pelo método MCW (metanol, clorofórmio e água), na proporção de 1:1:1. A fase superior (metanol + água) foi utilizada para a quantificação dos açúcares solúveis, e a inferior (clorofórmio) utilizada para a quantificação dos lipídios (YEMN; WILLIS, 1954, modificado).

A solução da fase inferior foi colocada em tubos Eppendorf de 2 mL, identificados e pesados em balança com precisão de 0,0001 g. Em seguida, foram postos para secar em estufa regulada na temperatura 60 °C, e pesados novamente para quantificação dos lipídios (BLIGH; DYER, 1959, modificado).

Os carboidratos na solução da porção superior foram hidrolizados e desidratados utilizando-se ácido sulfúrico concentrando, que modifica os

açúcares simples desidratados para furfural (YEMN; WILLIS, 1954). Os açúcares solúveis se condensam com a antrona, formando substância de coloração azul petróleo que é utilizada para leitura em espectrofotômetro (FEMTO, cirrus 80ST), a 620 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem da massa seca.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO FRUTO, DA SEMENTE E DA PLÂNTULA

O fruto de *G. integrifolia* é do tipo sâmara (i.e., fruto monocarpelar ou pseudomonocarpelar por atrofia de um carpelo, monosperma, com projeções alares desenvolvidas de parede ovariana que contornam o núcleo seminífero), seco, nucóide (i.e., fruto indeiscente, formado de 1-2 carpelos, com pericarpo seco, não diferenciado nas três camadas típicas e de consistência firme coriácea), contendo apenas uma semente e cálice persistente.

A superfície do fruto é glabra, rugosa e opaca. A coloração é verde quando jovem e parda no final do período de maturação, em que os frutos atingem valores médios de 23,96 mm de comprimento e 10,72 mm de largura (Tabela 1). Na prática, os aspectos externos do fruto ou da semente são os melhores indicadores da época de colheita (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

**Tabela 1.** Dimensões de frutos e sementes de *G. integrifolia*

	Fruto				
	Mínimo	Médio	Máximo	DP	CV (%)
Comprimento (mm)	19,95	23,96	30,04	2,97	18,9
Largura (mm)	9,55	10,72	13,67	1,29	13,5
	Semente				
Comprimento (mm)	5,12	6,38	7,27	1,08	7,8
Largura (mm)	4,91	5,82	6,26	0,69	6,1
Espessura (mm)	2,82	3,54	3,89	0,55	8,4
IV (mm <sup>3</sup> )	70,9	131,4	177,0	-	-

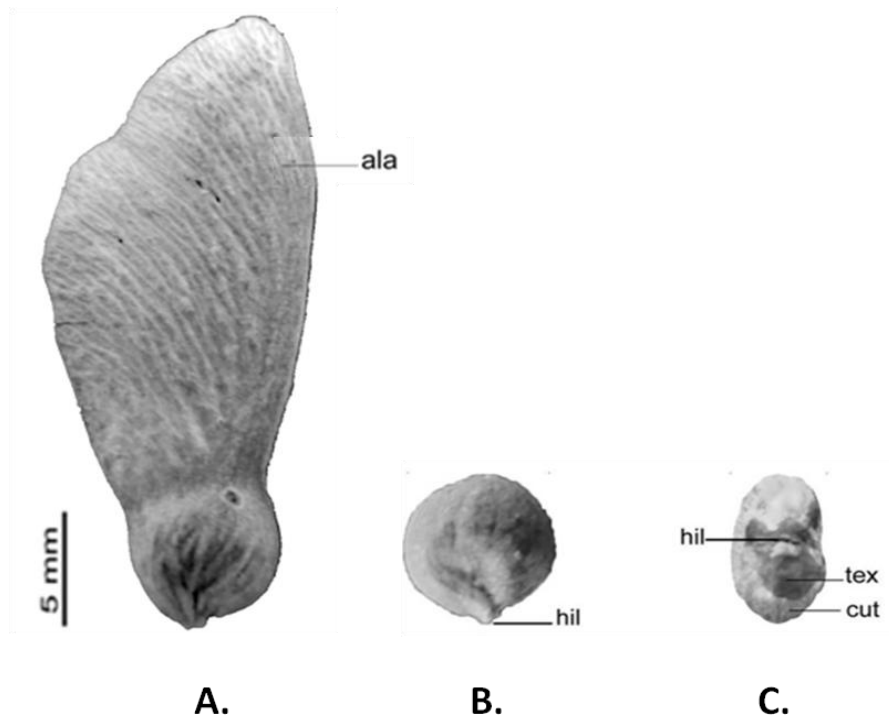
DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; IV = índice de volume.

O fruto possui ala apical que promove movimento helicoidal quando em queda, possibilitando o deslocamento pelo vento, o que caracteriza a dispersão como sendo anemocórica (PIJL, 1972). A ala, papirácea, vascularizada e cristada, apresenta margem inteira e suas nervuras são inclinadas em relação à base do fruto e paralelas entre si (Figura 2A).

A semente de *G. integrifolia* possui forma circular comprimida lateralmente, com ápice e base arredondados. As depressões laterais indicam o local de deposição do perisperma. O hilo puntiforme está localizado na região basal da semente e a cicatriz da micrópila não é aparente (Figura 2B e 2C).

As sementes possuem em média 6,38 mm de comprimento, 5,82 mm de largura e 3,54 mm de espessura (Tabela 2). Informações relacionadas às dimensões das sementes têm grande interesse prático, pois entre os vários fatores que interferem no desempenho das sementes, este é um fator sobre o qual o viveirista pode ter certo controle (LIMA-JUNIOR, 2010).

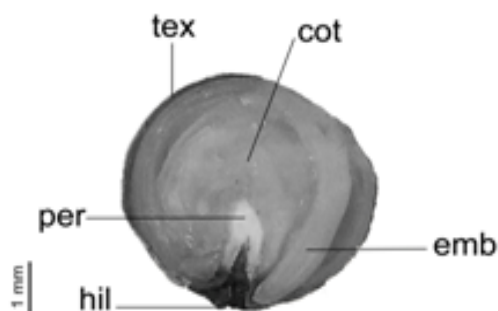
O tamanho das sementes é uma característica que apresenta grande variabilidade devido às oscilações na disponibilidade de recursos nutricionais durante o desenvolvimento dos frutos (WINN, 1991). Assim, o tamanho pode ser um indicativo da qualidade fisiológica das sementes. De maneira geral, sementes maiores têm maior probabilidade de sobrevivência em campo, pois originam plântulas mais vigorosas, com tamanho e massa maior que plântulas provenientes de sementes menores (UPADHAYA et al., 2007; VANZOLINI; NAKAGAWA, 2007; OLIVEIRA et al., 2009)



**Figura 2.** Vista frontal do fruto (A) e da semente (B), e lateral (B) da semente de *G. integrifolia*, destacando no fruto a ala e na semente, o hilo (hil), o tegumento externo (tex), e a cutícula de coloração esbranquiçada que cobre o tegumento (cut).

Os tegumentos, externo e interno, da semente possuem coloração castanha, textura lisa e consistência papirácea, revestidos por uma cutícula delgada de coloração esbranquiçada quando seca (Figura 2C). A transferência da função de proteger o embrião do tegumento para o pericarpo é comum em frutos indeiscentes (BARROSO et al., 1999; NAKAMURA; OLIVEIRA, 2005). Tudo indica que essa regra não se aplica às sementes de *G. integrifolia*, que apresentam tanto o tegumento quanto o pericarpo, papiráceos.

As sementes são exalbuminosas contendo um único embrião filiforme, que é curvo, periférico e possui coloração amarelada. O perisperma possui coloração alva e textura córnea, tornando-se translúcido e gelatinoso quando a semente é hidratada (Figura 3).



**Figura 3.** Corte transversal da semente de *G. integrifolia* destacando o hilo (hil), o perisperma (per), o tegumento externo (tex), o cotilédone (cot) e o embrião (emb).

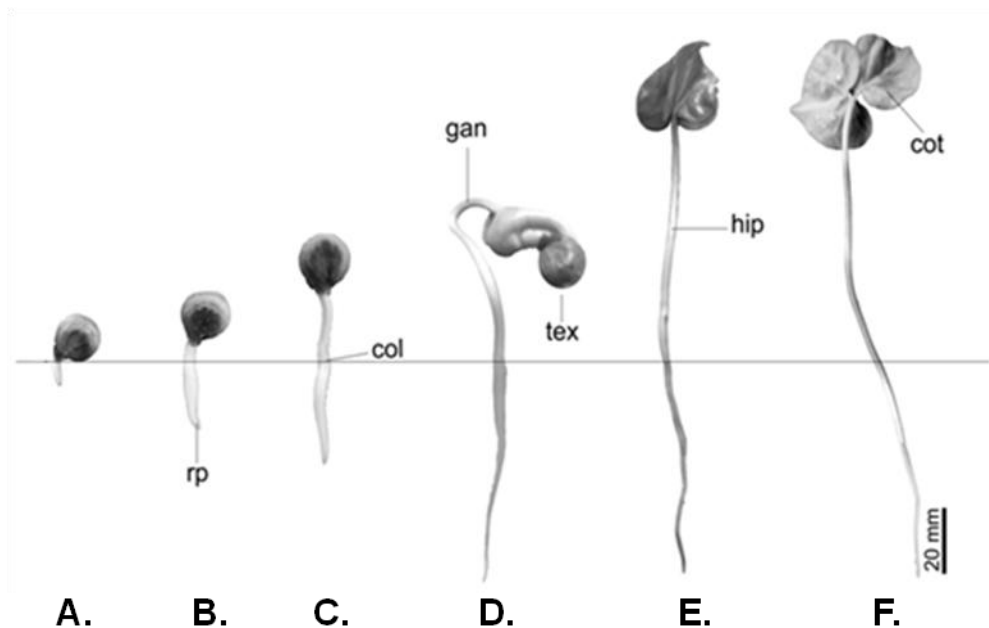
A germinação das sementes de *G. integrifolia* foi enquadrada no tipo epígea e fanerocotiledonar (Figura 4). A protrusão da raiz primária, pivotante, pode ser observada a partir do 3º dia após a semeadura (Figura 4A), em que o tegumento foi rompido na região próxima ao hilo. Nesta fase, a raiz primária apresentou comprimento variando de 2,11 a 3,52 mm. O alongamento do hipocótilo e da raiz primária ocorreu simultaneamente após o início da germinação (Figura 4B).

No 6º dia o coleto apresenta-se bem definido e é possível observar o espessamento da raiz primária devido o surgimento de pelos absorventes que também possuem coloração branca. O hipocótilo liso e esverdeado apresentou comprimento variando de 4,72 a 6,39 mm, a raiz primária de 4,62 a 7,81 mm, e o diâmetro do coleto variou de 0,11 a 0,16 mm (Figura 4C).

No 9º dia após a semeadura, os cotilédones emergem do tegumento e o hipocótilo apresenta curvatura típica em forma de gancho. O comprimento do hipocótilo variou de 34,51 a 47,88 mm, da raiz primária de 38,65 a 44,02 mm, e o diâmetro do coleto variou de 0,19 a 0,21 mm (Figura 4D).

No 12º dia após a semeadura os cotilédones são verdes, foliáceos, cordiformes, glabros, opostos, peciolados e ainda não se encontram totalmente expandidos. O comprimento do hipocótilo variou de 44,69 a 58,51 mm, da raiz primária variou de 43,82 a 49,22 mm, e o diâmetro do coleto variou de 0,20 a 0,25 mm (Figura 4E).



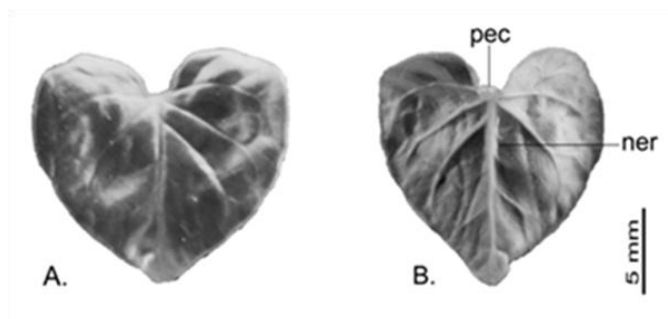


**Figura 4.** Desenvolvimento pós-seminal de *G. integrifolia* até o 15º dia após a semeadura, evidenciando a protrusão da raiz primária (rp), coleto (col), tegumento externo (tex), gancho (gan), hipocótilo (hip) e cotilédone (cot). (A = protrusão da radícula; B = alongamento simultâneo do hipocótilo e da raiz primária; C = definição do coleto; D = hipocótilo com curvatura em forma de gancho; E = cotilédones livres do tegumento, porém não totalmente expandidos; F = plântula normal).

No 15º dia após a semeadura é observado um leve endurecimento da raiz primária que adquire coloração acastanhada, deixando ainda mais evidente a região do coleto. Nesta fase ainda não são observados os eófilos nem o epicótilo. Raízes laterais foram observadas apenas nos indivíduos que apresentavam raiz primária atrofiada.

A plântula normal, no 15º dia, apresenta-se ereta, com hipocótilo alongado, cilíndrico e delgado, e cotilédones coriáceos totalmente expandidos que exercem função fotossintética (Figura 4F). Os cotilédones expandidos se apresentam voltados para cima, com características, como coloração e pilosidade, iguais nas faces adaxial e abaxial (Figura 5), e comprimento variando entre 15,27 a 18,72 mm, e largura variando entre 16,92 a 19,81 mm. Neste dia, o comprimento do hipocótilo variou de 51,69 a 68,51 mm, da raiz primária variou de 41,82 a 72,22 mm, e o diâmetro do coleto variou de 0,22 a 0,28 mm (Figura 4F).

Os cotilédones possuem padrão de nervação palmatinérvea (i.e. todas as nervuras de maior calibre divergem da base, no ponto de inserção do pecíolo), sendo que as nervuras são impressas na face adaxial (Figura 5A) e proeminentes na face abaxial (Figura 5B). Este resultado discorda com o observado por Lopes et al. (2012a) que ao caracterizar morfologicamente as plântulas de cinco espécies arbóreas, classificaram o padrão das nervuras dos cotilédones de *G. integrifolia* como camptódromo-broquidódromo (i.e. nervuras laterais unidas entre si por arcos curvados, divergem da nervura central em ângulos diversos e curvam-se antes de atingir a margem).



**Figura 5.** Face adaxial (A) e face abaxial (B) do cotilédone de *G. integrifolia*, destacando o padrão palmatinérveo das nervuras (ner), e o pecíolo (pec).

### 3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES

A caracterização do lote quanto à pureza física revelou que, em média, 70% do seu peso é constituído por sementes puras (Tabela 2, Figura 6A). A porcentagem do lote classificada como material inerte é representado principalmente pelo peso que a ala do fruto representa na semente (19%) (Figura 6B), por sementes sem embrião, atacadas por patógenos e danificadas por insetos (8%) (Figura 6C), e em menor quantidade (3%) pelo cálice seco aderido a fragmentos da raque da inflorescência (Figura 6D).

De modo geral, a comercialização de sementes desta espécie é feita sem a retirada da ala do fruto, uma vez que se forem prontamente semeados pelo viveirista, o fruto pode ser considerado uma semente (LORENZI, 2002). Neste caso, o valor de pureza do lote é um componente imprescindível para

determinar a quantidade de sementes necessária para fins de semeadura (BRASIL, 2009). No caso de experimentos científicos que envolvem aspectos da germinação e do desenvolvimento inicial de *G. integrifolia*, a ala de cada fruto deve ser retirada uma a uma com auxílio de uma tesoura (BARROS et al., 2005). Sugere-se que esse procedimento seja manual, pois qualquer descuido pode causar danos ao embrião que se localiza na periferia da semente. A estrutura resultante é então definida como semente pura (Figura 6A).

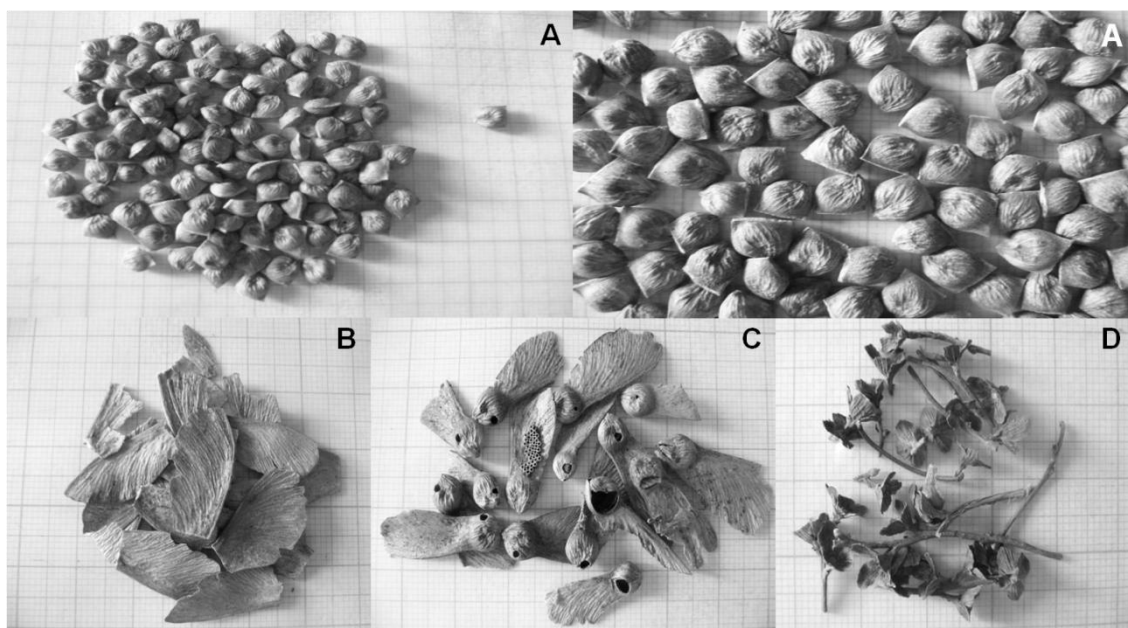
**Tabela 2.** Parâmetros de qualidade física das sementes de *G. integrifolia* coletadas em setembro de 2012 no município de Seropédica, RJ

Parâmetro	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV (%)
Pureza (%)	64,1	69,6	74,8	4,35	5,44
Umidade (%)	10,5	10,6	10,8	0,17	1,04
Massa mil sementes (g)	42,0	43,4	44,1	1,06	1,84
Nº sementes kg <sup>-1</sup>	23800	23040	22720	1,06	1,84

DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

Observou-se a ocorrência de sementes sem embrião e danificadas por insetos (Figura 6C). As sementes que apresentavam orifício, indicando a presença de larva ou indivíduos adultos, foram avaliadas e constatou-se a presença de coleópteros (Bruchidae) da espécie *Zabrotes subfaciatus* Bohemian predando as sementes de *G. integrifolia*, fato que contribuiu com a redução da pureza do lote.

O teor de água nas sementes recém-colhidas de *G. integrifolia* encontrado foi de 10,6%. Sementes com teor de água semelhante foram classificadas como ortodoxas por Carvalho et al. (2006). O desenvolvimento de sementes ortodoxas compreende a histo-diferenciação, maturação, secagem e dispersão (BEWLEY; BLACK, 1994). As análises físicas variam muito em função do teor de água das sementes, principalmente a massa de mil sementes (POZITANO; ROCHA, 2011). Para sementes de *G. integrifolia* com teor de água de 10,6% a massa de mil sementes obtida foi de 43,4 gramas, com coeficiente de variação de 1,84, enquadrando-se dentro das recomendações feitas por Brasil (2009).

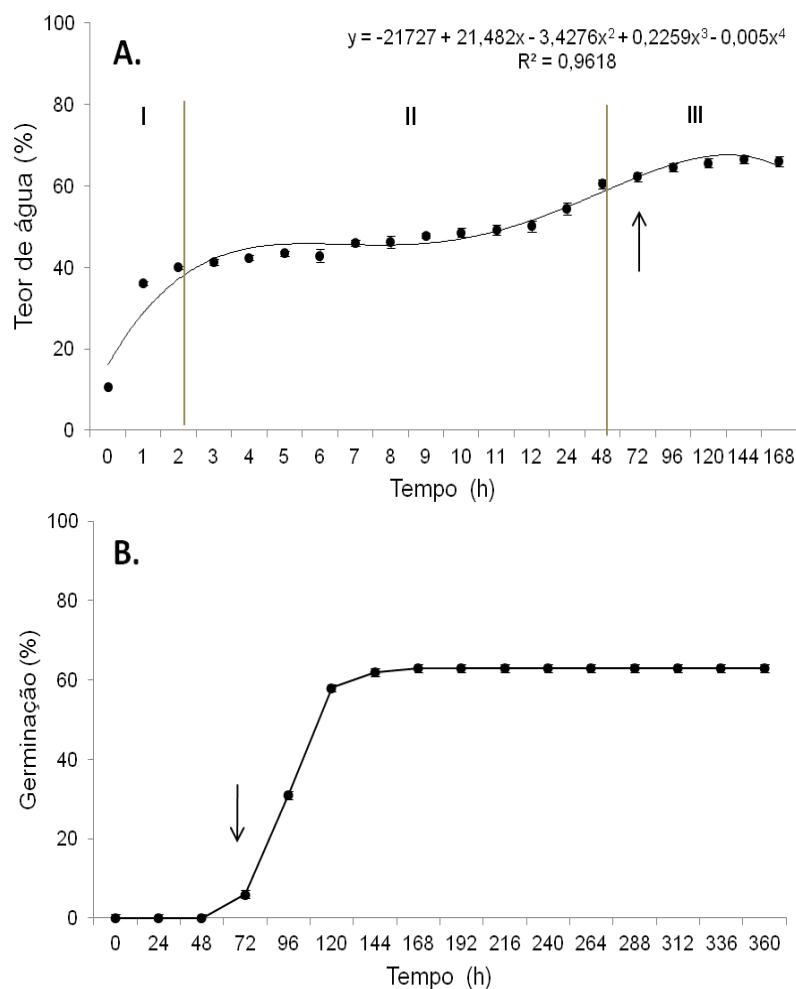


**Figura 6.** Semente pura (A) e material inerte (B, C e D) obtido no teste de pureza para *G. integrifolia* (B = ala do fruto; C = sementes sem embrião, atacadas por patógenos e danificadas por insetos; e D = cálice persistente).

A quantidade de sementes estimadas foi de 23.040 sementes  $\text{kg}^{-1}$ , contrastando com Lorenzi (2002), que relata o número médio de 15.200 sementes por quilo. Diferenças na qualidade física de lotes de sementes com origem diversas, provavelmente estão relacionadas à genética, idade das matrizes e às variações ambientais que foram submetidas (AZEREDO et al., 2003; CETNARSKI-FILHO; NOGUEIRA, 2005; MAFRA et al., 2011).

### 3.3. PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

A curva de embebição de água (Figura 7A) evidencia que o processo de absorção de água pelas sementes de *G. integrifolia* evoluiu de acordo com o padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1994).



**Figura 7.** Fases (I, II e III) da germinação de sementes de *G. integrifolia*, em função do teor de água das sementes nos diferentes tempos de embebição (A) e porcentagem de germinação em função do tempo após semeadura (B). As setas indicam o início da protrusão da raiz primária.

Este mesmo padrão foi constatado para outras espécies florestais, podendo citar *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (DANTAS et al., 2008a) *Schinopsis brasiliensis* Engl (DANTAS et al., 2008b), *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. (SILVA; CARVALHO, 2008), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (ALBUQUERQUE et al., 2009), *Schizolobium parahyba* (Vell) Blake (PEREIRA et al., 2011) e *Adenantha pavonina* L. (MANTOAN et al., 2012). As sementes de e *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S.Moore apresentaram velocidade de embebição rápida, atingindo 100% a partir das 4 horas (CABRAL et al., 2003).

A rápida absorção de água pelas sementes ocorreu durante a primeira hora de embebição, apresentando aumento até a segunda hora, caracterizando

esta fase como sendo a fase I. A primeira manifestação do processo de embebição foi o intumescimento das sementes. A fase I ocorreu em consequência da diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio, logo foi um processo físico, que demonstrou que sementes de *G. integrifolia* não possuem dormência de natureza tegumentar. De acordo com Bewley e Black (1994), a absorção de água na fase I ocorre independente da viabilidade ou dormência das sementes, desde que esta não esteja relacionada a impedimentos físicos do tegumento à entrada de água.

É na fase I que surgem os primeiros sinais de reativação do metabolismo. Ocorre aumento da atividade respiratória e liberação de energia para a ativação das enzimas relacionadas com a mobilização e assimilação de reservas. As reservas desdobradas na fase I são essenciais para o crescimento e desenvolvimento do embrião na fase III (BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS-FILHO, 2005). A rápida absorção de água durante as primeiras 24 horas de embebição também foi constatada por Borges et al. (2002b), Silva e Carvalho (2008), e Brasileiro et al. (2009), em sementes de *Platymiscium pubescens* Micheli, *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard e *Operculina macrocarpa* (L.) Urb., respectivamente.

Segundo Bewley e Black (1994), o rápido ganho de umidade observado na fase I em relação às demais pode estar relacionado à presença de matrizes hidrofílicas. O desenvolvimento das sementes ortodoxas, como é o caso de *G. integrifolia*, compreende histo-diferenciação, maturação e secagem. Para essas sementes a reabsorção de água é o primeiro passo para a germinação, sem o qual este processo é impossível (BEWLEY; BLACK, 1994).

A fase II iniciou-se a partir de duas horas após o contato da semente com a água e prolongou-se por até 48 horas (Figura 7A). Nesta fase houve redução na velocidade de hidratação e estabilização do ganho de massa das sementes, indicando provável balanço entre potencial osmótico externo e interno. Nesta fase, a semente não absorve quantidades de água suficiente para que o eixo embrionário cresça, embora haja mobilização das substâncias do tecido de reserva para o meristemático (BEWLEY; BLACK, 1994). Segundo Bewley (1997), a fase II pode durar até dez vezes mais que a fase I.

Quando as sementes atingiram teor de água em torno de 60%, entre 48 e 72 horas, foi caracterizada a fase III, considerada a fase visível da germinação (Figura 7A e 7B). Na fase III as sementes apresentaram novo aumento no teor de água que culmina com a protrusão da raiz primária, destacando que diferente da fase I, a fase III é caracterizada pela absorção ativa de água (BEWLEY; BLACK, 1994).

O aumento na absorção de água na fase III está ligado ao aumento da atividade respiratória que é consequência da maior disponibilidade de oxigênio proporcionada pela ruptura do tegumento e emissão da raiz primária. A duração de cada fase varia em função de propriedades particulares de cada semente e das condições escolhidas para germinação (BEWLEY; BLACK, 1994; GUIMARÃES, 1999).

Foi possível constatar que 57% do total de sementes germinadas (63%), germinaram até o 5º dia após a semeadura (120 h) (Figura 7B), indicando que as sementes desta espécie apresentam germinação rápida e homogênea quando as condições são favoráveis.

Silva e Oliveira (1997) também observaram maior velocidade de embebição nas sementes de *Gallesia integrifolia* durante as primeiras duas horas, mas passado esse tempo a absorção de água foi gradativa até as 15 horas quando houve estabilização do teor de água em 47,6%. Essa diferença no padrão de absorção de água encontrada entre as sementes da mesma espécie, provavelmente está relacionada às diferenças edafoclimáticas de cada região e ao manejo de coleta e pós-coleta das sementes (GARWOOD, 1996).

#### 3.4. QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS E LIPÍDEOS DURANTE A EMBEBIÇÃO DAS SEMENTES

A semente de *G. integrifolia* intacta apresentou 4,55% (MS) de açúcares solúveis totais e 3,05% (MS) de lipídeos (Figura 8A e 8B). A Figura 8A evidencia que 30 minutos após o início da embebição (fase I) as sementes apresentaram decréscimo no conteúdo de açúcares solúveis totais para 3,90%, chegando a 1,86% (MS) dez horas do início da embebição (fase II), valor que

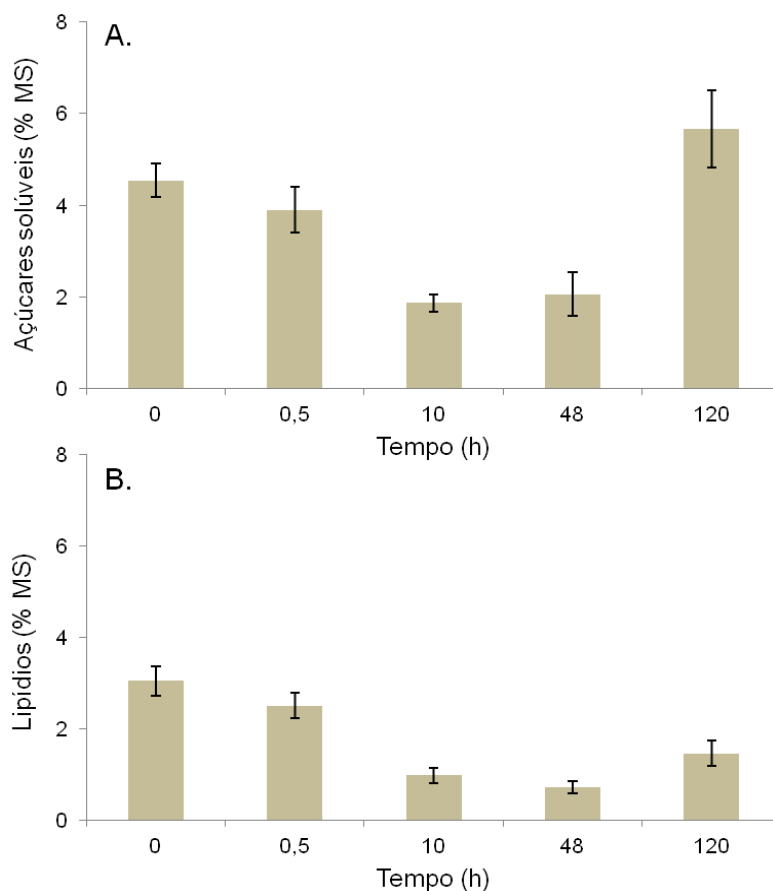
corresponde a 59% do conteúdo inicial de açúcares solúveis. Com o início da fase III (48 horas) o conteúdo de açúcares solúveis subiu para 2,05% (MS), atingindo 5,66% (MS) às 120 horas, porcentagem superior à obtida no tempo inicial.

Após o início da germinação visível o crescimento da plântula depende da reserva de nutrientes encontrada no endosperma ou cotilédones (GUIMARÃES, 1999). Entretanto, as sementes de *G. integrifolia* são exalbuminosas e suas plântulas possuem cotilédones verdes e foliáceos em processo de expansão, que não apresentam substância de reserva. Dessa forma, o aumento observado às 120 horas sugere que os cotilédones provavelmente possuem capacidade fotossintética, possibilitando a síntese de compostos mesmo em condições de laboratório. Além disso, com a protrusão da raiz primária, enzimas responsáveis pela mobilização de reservas são ativadas para produção de energia, e síntese de novas moléculas destinadas ao crescimento e desenvolvimento da plântula (BEWLEY; BLACK, 1994).

Dantas et al. (2008a) observaram decréscimo gradativo no conteúdo de açúcares nas sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tull. até o final do período de embebição (fase III), enquanto nas sementes de *Schinopsis brasiliensis* Engl., os teores de açúcares solúveis totais aumentaram durante todo o processo germinativo (DANTAS et al., 2008b). Não houve diferença significativa na mobilização de açúcares solúveis nos embriões e nos cotilédones, durante a germinação de sementes de *Apuleia leicarpa* (Vogel), muito embora tenha sido detectada essa tendência (PONTES et al., 2002). Borges et al. (2002a) estudando sementes de *Senna macranthera* Irwin et Barneby, observaram decréscimo nos teores de açúcares solúveis, sugerindo que aparentemente foram usados na respiração ou foram exsudados para o meio externo durante a fase inicial de embebição.

As sementes de *G. integrifolia* exibiram comportamento semelhante com relação à degradação e síntese de lipídeos. Estes dados estão de acordo com Popinigis (1985), que afirma que o eixo embrionário da semente possui reservas suficientes para as atividades metabólicas durante as primeiras 24 horas de germinação.





**Figura 8.** Quantificação (% MS) de açúcares solúveis totais (A) e lipídeos (B) durante a germinação de sementes de *G. integrifolia* (MS = massa seca).

O conteúdo inicial de lipídeos foi de 3,1% (MS), decrescendo para 2,5% (MS) após 30 minutos de embebição (fase I), 1 % (MS) após 10 horas (fase II), e 0,7% (MS) no início da fase III (48 h) (Figura 8B). O consumo de lipídeos observado até o início da fase III (48 h) possivelmente está relacionado com a ativação das rotas de mobilização de reservas para o crescimento embrionário e protrusão da raiz primária (BUCKERIDGE et al., 2000). Em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth., o conteúdo de lipídeos foi decrescente até o 20º dia após a semeadura, quando surgiu o primeiro par de folhas e houve síntese deste composto (CORTE et al., 2006).

Após a emissão da raiz primária (120 h) o conteúdo de lipídeos voltou a crescer, atingindo 1,5% após 120 horas de embebição (Figura 8B). O esperado é que haja decréscimo do conteúdo de lipídeos durante as fases iniciais da

germinação, dada a importância deste composto nos estádios iniciais do desenvolvimento. Sendo assim, o acréscimo no conteúdo de lipídeos logo após a germinação (120 h) pode estar relacionado com a produção de metabólitos secundários (CARDOSO et al., 2000).

Azuki et al. (1986) detectaram a presença de óleos essenciais, alcalóides e taninos nas folhas de *G. integrifolia*. Essas substâncias são metabólitos secundários relacionados com a proteção contra patógenos e predadores (CARDOSO et al., 2000). Carvalho (1994) cita a presença de cumarina na casca. A cumarina é um composto fenólico inibidor natural da germinação e de outros processos fisiológicos. Segundo Rice (1984), os compostos fenólicos são muito frequentes em material vegetal em decomposição. Assim, o forte odor de alho que exala durante o processo germinativo das sementes de *G. integrifolia*, sugere a presença desses compostos alelopáticos nos tecidos da semente e da plântula.

#### 4. CONCLUSÕES

O fruto de *Gallesia integrifolia*, classificado como sâmara, é indeiscente e possui coloração parda. Possui ala apical cristada. O pericarpo é rugoso, coreáceo, glabro e fosco. A semente é circular e comprimida lateralmente. O hilo é puntiforme e está localizado na base da semente. O tegumento externo é castanho, liso e papiráceo. O embrião é filiforme, curvo, periférico e amarelado. O tecido de reserva da semente é o perisperma. A protrusão da raiz primária ocorre após três dias e a germinação é epigea e fanerocotiledonar. A plântula normal no 15º dia possui raiz primária pivotante e dotada de pelos absorventes. O hipocótilo é liso, verde e alongado. O cotilédone é verde, foliáceo, cordiforme, glabro, oposto e peciolado.

Sementes de *G. integrifolia* com 10,6% de umidade apresentam massa de 1000 sementes de 43,4 g e 23040 sementes  $\text{kg}^{-1}$ . A pureza física do lote de sementes é de 69,4%.

A absorção de água segue o padrão trifásico. A fase I tem duração de aproximadamente duas horas; a fase II prolonga-se até as 48 horas, e a fase III (protrusão da raiz primária) ocorre as 72 h.

As sementes intactas de *G. integrifolia* apresentam em sua composição química teor de açúcares solúveis totais de 4,55% (MS) e de lipídeos de 3,1% (MS). Com a embebição há redução de açúcares solúveis totais na fase de embebição até 10 horas e aumento até 120 horas de embebição. O conteúdo de lipídeos reduz até 48 horas e aumenta a partir de 120 horas.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIZUE, M. K.; AKIZUE, G.; OLIVEIRA, F. Caracterização farmacognóstica de pau d'alho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms.). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.1, n. 2, 1986.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, I. F. de; CLEMENTE, A. da C. O. S. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.12-19, 2009.

ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. de J. D.; MENDONÇA, E. A. F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, p. 206-215, 2000.

ANDRADE, I. M, LONGUI, E. L.; LIMA, I. L; FLORSHEIM, S. M. B. Efeito da procedência na variação radial do comprimento de fibras e densidade básica da madeira de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **IF Série Registros**, n. 40, p. 39-43, 2009.

AZEREDO, G. A.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A.; CUNHA, A. O. Germinação em sementes de espécies florestais da Mata Atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p. 11-16, 2003.

AZEVEDO, S. K. S.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 185-194, 2006.

BARBOSA, K. C.; PIZO, M. A. Seed rain and seed limitation in a planted gallery forest in Brazil. **Restoration Ecology**. v. 14, p. 504-515, 2006.

BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. 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**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; COSTA, C. G. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 2007. v. 1, 2ed., 309p.

BERNARDES, R. S. A. 2010. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart.) submetidas ao aumento de temperatura**. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 66p.

BEWLEY, J. D. **Seed germination and dormancy**. Plant Cell, v. 9, p. 1055-1066, 1997.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994, 445p.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; SOARES, C. P. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. P. Crescimento e mobilização de carboidrato em embrião de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* Irwin et Barneby) durante a germinação. **Revista Cerne**, v. 7, n. 1, p.69-76, 2002a.

BORGES, E. E. L.; PEREZ, S. C.; BORGES, R. C. G.; REZENDE, S. T.; GARCIA, S. R. Comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* Micheli (Tamboril-da-mata). **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 603-613, 2002b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BRASILEIRO, B. G.; BHERING, M. C.; VIDIGAL, D. S.; CASALI, V. W. D. Caracterização morfológica e germinação de sementes de jalapa (*Operculina macrocarpa* (L.) Urb.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 78-86, 2009.

BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P. M.; SANTOS, H. P.; TINÉ M. A. S. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F.(org.) **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004, 323p.

BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A. S.; SANTOS, H. P.; LIMA, D. U. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 137-162, 2000.

BUSSMANN, R. W.; GLENN, A. Traditional Peruvian medicine for the treatment of respiratory disorders. **Revista Peruana de Biología**, v. 17, n. 2, p. 331-346, 2010.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A.; Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S.Moore). **Acta Botânica Brasilica**, v. 17, n. 4, p. 609-717, 2003.

CARDOSO, M. G.; GAVILANES, M. L.; MARQUES M. C. S.; SHAN, A. Y. K.V.; SANTOS, B. R.; OLIVEIRA, A. C. B.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, A. P. S. Óleos essenciais. **Boletim Técnico**, Série Extensão, Lavras, v. 8, n. 58, p. 1-42, 2000.

CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 11-25, 2006.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1994.

CETNARSKI-FILHO, R.; NOGUEIRA, A. C. Influência da temperatura na germinação de diásporos de *Ocotea odorífera* (Vellozo) Rohwer (canela-sassafrás). **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 191-198, 2005.

CORTE, V. B.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. A.; VENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae- Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, n. 30, v. 6, p. 941-949, 2006.

DANTAS, B. F.; CORREIA, J. S.; MARINHO, L. B.; ARAÇÃO, C. A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tull.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 221-227, 2008a.

DANTAS, B. F.; SOARES, F. S. J.; LÚCIO, A. A.; ARAÇÃO, C. A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de braúna (*Schinopsis brsiliensis* Engl.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 214-219, 2008b.

DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 17, p. 45–55, 2004.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M.D (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: Unesco. 1996, p. 59-129.

GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. Plantarum, Nova Odessa, 2007, 416p.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes**: produção e tecnologia de sementes. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999, 129p.

HELDT H. W.; PIECHULLA B. **Plant biochemistry**. Burlington, MA, USA: Elsevier Academic Press, 2011, 622p.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Estação Meteorológica automática de Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ, 2012.

JEFFREY, C. **An introduction to plant taxonomy**, Cambridge University Press. 1982. 154p.

JUDD, W. S.; CAMPBELLI, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Sistemática Vegetal** – Um enfoque filogenético. Artmed, 3 ed., 2009, 362p.

LIMA-JUNIOR, M. J. V. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010, 146p.

LOPES, A.; ROSA-OSMAN, S. M.; PIEDADE, M. T. F. Caracterização morfológica das plântulas de cinco espécies arbóreas da floresta estacional semidecidual, **Brasil Florestal**, v. 42, n, 1, p. 105-114, 2012a.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1, 2002, 352p.

MAFRA, C. R. B.; CHERUBIN, M. R.; FORTES, F. O.; GALLIO, E. Caracterização física e os efeitos da pré-embebição em água na germinação de sementes de *Trichilia clausenii* C. DC. Meliaceae. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 211-221, 2011.

MANTOAN, P.; SOUZA-LEAL, T.; PESSA, H.; MARTELINE, M. A.; MORAES, C. P. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Sientia Plena**, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.

MARCHIORETTO, M. S. 2012. Phytolaccaceae. In. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB012578>

MARCONDES, M. M.; FERREIRA, S. G. M.; SCISLOSKI, S. F.; MATEUS, M. A. F.; FARIA, C. M. D. R. Efeito de diferentes concentrações de hidrolatos da eclosão de juvenis de *Meloidogyne* sp.. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 266, 2011.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005, 495p.

NAKAMURA, A. T.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfoanatomia e ontogênese da sâmara de *Pterocarpus violaceus* Vogel (Fabaceae: Faboideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 375-387, 2005.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, v. 2, n. 4, 2009.

OLIVEIRA, E. de. C. Morfologia de plântulas. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, p. 175-213, 1993.

PEREIRA, M. O.; SOUZA-LEAL, T.; LAGAZZI, G.; MORAES, C. P. Avaliação de métodos de escarificação na superação de dormência de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae: Caesalpinioideae). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 119-129, 2011.

PIJL, L.V.D. **Principles of dispersal in higher plants**. Springer-Verlag. Berlin, 1972, 162p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; LELES, P. S. dos S. BREIER, T. B. **Parâmetros técnicos para produção de Sementes Florestais**, Seropédica, EDUR/UFRJ, 2007. 188p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985, 285p.

PONTES, C. A.; BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (Garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 593-601, 2002.

POZITANO, M.; ROCHA, S. C. S. Caracterização física e germinação de sementes de *Senna macranthera*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 777-784, 2011.

REBOUÇAS, E. R.; GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Caracterização física de frutos e sementes de goiaba da Costa-Rica, produzidos em Manaus, Amazonas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 546-548, 2008.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIOSHI, Y. S. Caracterização morfológica do fruto, da sementes e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 52-60, 2010.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2ed. New York: Academic Press, 1984, 422p.

SILVA B. M. S.; CARVALHO N. M.; Efeito do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. – Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 55-65, 2008.

SILVA, E. R.; OLIVEIRA, L. M. Q. Aspectos do comportamento germinativo da sementes de pau-d'álho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms - Phytolaccaceae). **Informativo ABRATES**, Brasília, v.7, n.1/2, p.234, 1997.

SOUZA, L. A. de. **Morfologia e anatomia vegetal**: células, tecidos, órgãos e plântulas. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2003, 559p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 819p.

UPADHAYA, K.; PANDEY, H. N.; LAW, P. S. The effect of seed mass on germination, seedling survival and growth in *Prunus jenkinsii* Hook.f & Thoms. **Turkish Journal of Botany**, n.31, p. 31-36, 2007.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo ABRATES**, v. 17, n.1, p. 76-83, 2007.

VIEIRA, L. M.; PEREIRA, W. V.; OLIVEIRA, T. G. S.; AQUINO, F.; RIBEIRO, L. M.; MERCADANTES-SIMÕES, M. O. Análise biométrica de frutos e sementes de *Passiflora setacea*. **Anais... II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais**, Brasília, 2008.

WINN, A. A. Proximate and ultimate sources of within individual variation in seed mass in *Prunella vulgaris* (Lamiaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 78, p. 838-844, 1991.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, v. 57, p. 508-514, 1954.



## **CAPÍTULO II**

### **QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES *Gallesia integrifolia* (SPRENG.) HARD EM DIFERENTES SUBSTRATOS E TEMPERATURAS**

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES *Gallesia integrifolia* (SPRENG.) HARD EM DIFERENTES SUBSTRATOS E TEMPERATURAS

### RESUMO

*Gallesia integrifolia* é uma espécie florestal nativa, que apresenta potencial madeireiro, medicinal, fitoquímico e na recuperação de áreas degradadas. Visando contribuir com informações que a garantam a propagação de sementes de qualidade, neste trabalho o objetivo foi definir o substrato e a temperatura mais adequados para condução de testes de germinação e vigor em sementes de *G. integrifolia*. Para tanto, foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no espaço, com quatro repetições de 25 sementes. Os seis substratos: areia, vermiculita, GoldenMix®, Plantmax®, sobre papel e rolo de papel, constituíram as parcelas, e as cinco temperaturas: 15, 20, 25, 30 e 35 °C, as subparcelas. A qualidade fisiológica foi representada pela porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, frequência relativa de germinação, porcentagem plântulas normais, comprimento e massa, da parte aérea e do sistema radicular, das plântulas secas, obtidas ao final do experimento. O substrato rolo de papel combinado com a temperatura 30 °C proporcionou a maior porcentagem de germinação (63%) em menor tempo (5 dias). Para a realização dos testes de vigor, recomenda-se o substrato Plantmax® ou rolo de papel, nas temperaturas 25 ou 30 °C, que apresentaram resultados estatisticamente superiores.

**Palavras-chave:** pau d'alho, germinação, vigor, espécie florestal.

### ABSTRACT

*Gallesia integrifolia* is a native forest species, which presents medicinal, phytochemical, wood, and recovery of degraded areas potential. Aiming to contribute with information to ensure the propagation of quality seeds, the objective in this paper was to define the substrate and the temperature most

appropriate for conduct germination and vigor tests on *G. integrifolia* seeds. For this, we adopted the completely randomized split plot in space, with four replications of 25 seeds. The six substrates: sand, vermiculite, GoldenMix®, Plantmax®, and paper roll were the main plots, and the five temperatures: 15, 20, 25, 30 and 35 °C, the subplots. Physiological quality was represented by the percentage of germination, speed of germination, the relative frequency of germination, mean germination time, percentage normal seedlings, length and dry weight of shoot and root system of normal seedlings obtained at the end the experiment. The paper roll in combination with 30 °C temperature provided the highest germination percentage (63%) in less time (5 days). For the vigor tests, it's recommended to use Plantmax® or paper roll substrates, at the temperatures of 25 and 30 °C temperatures, which showed statistically superior results.

**Keywords:** garlic wood, germination, vigor, forest species

## 1. INTRODUÇÃO

*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (PHYTOLACCACEAE) é uma espécie florestal nativa, conhecida popularmente como pau d'alho devido ao forte cheiro de alho que exala de todas as suas partes (ANDRADE et al., 2009). Esta espécie apresenta ampla distribuição no território nacional, envolvendo ambientes com características edafoclimáticas muito diferentes (MARCHIORETTO, 2012). Possui crescimento rápido, tronco retilíneo e sua madeira pode substituir o uso da *Araucaria angustifolia* e do *Pinnus* sp. na confecção de forros e revestimentos, bem como ser utilizada na construção civil, confecção de barcos, caixotaria, prestando-se também para a produção de celulose e papel (MAINIERI; CHIMELO, 1989; CARVALHO, 2006).

Além do potencial madeireiro, trata-se de uma espécie com propriedades medicinais (AZEVEDO; SILVA, 2006; BUSSMANN; GLENN, 2010) e fitoquímicas (MARCONDES et al., 2011; SILVA et al., 2011). Desenvolve-se tanto em condições de luz (NOGUEIRA et al., 2004) como de

sombra (DEMUNER et al., 2004; FEIJÓ et al., 2009) e apresenta grande dispersão de frutos com sementes viáveis, que contribuem com a regeneração local, motivos pelos quais sendo recomendada para a recuperação de áreas degradadas (BARBOSA; SANTOS-JUNIOR, 2006). Os frutos, do tipo sâmara, adquirem coloração parda quando maduros e contêm apenas uma semente (BARROSO et al., 2007).

A maneira mais segura de conhecer a qualidade real de um lote de sementes é por meio da análise da qualidade fisiológica (BRASIL, 2009). A qualidade fisiológica reflete a capacidade da semente em desenvolver funções vitais, abrangendo germinação e vigor. A germinação é um evento complexo, que consiste na reativação do crescimento do embrião por meio de uma sequência ordenada de reações metabólicas que são controladas por diversos fatores endógenos e exógenos à semente (POPINIGIS, 1985; FIGLIOLIA et al., 1993).

O vigor é a soma de todas as propriedades da semente que determina seu desempenho durante a germinação. As sementes que apresentam germinação rápida e uniforme, e boa emergência em condições de campo, são consideradas mais vigorosas. O objetivo básico dos testes de vigor é avaliar ou detectar diferenças na qualidade de lotes de sementes que possuem porcentagem de germinação semelhante (MARCOS-FILHO, 2005; OLIVEIRA et al., 2009; KHAN et al., 2010; MILOSEVIC et al., 2010).

Sabe-se que a germinação é influenciada por fatores endógenos e exógenos à semente. O substrato e a temperatura são fatores exógenos que em laboratório podem ser manipulados com objetivo de otimizar o processo germinativo (VIEIRA et al., 2001). Neste contexto, o substrato apresenta grande influência na germinação, pois sua função é manter as condições adequadas para que o processo germinativo ocorra (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007).

A escolha do substrato adequado para germinação deve considerar o tamanho da semente, bem como as exigências ecofisiológicas que a espécie apresenta quanto à umidade e luz. As características físicas do substrato, tais como: composição, capacidade de retenção de água, pH, pureza

microbiológica, resistência, toxicidade e textura, também devem ser observadas. Essas características podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007; BRASIL, 2009).

A temperatura exerce papel fundamental na germinação de sementes controlando a absorção de água, a velocidade, a porcentagem e a uniformidade da germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). Além da importância isolada do substrato e da temperatura na germinação de sementes, a interação entre estes fatores é determinante, uma vez que as diferenças nos substratos podem ser responsáveis por diferentes respostas obtidas até para uma mesma temperatura (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007).

As sementes apresentam respostas fisiológicas variáveis em diferentes substratos e temperaturas. Neste sentido, artigos envolvendo o efeito de diferentes substratos e temperaturas na germinação de sementes florestais nativas vêm sendo publicados por diversos autores, a fim de fornecer subsídios para a área de análise de sementes. Segundo Alves et al. (2002), a combinação da temperatura 25 °C com o substrato entre papel é a mais adequada para condução dos testes de germinação e vigor em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth, enquanto que para a germinação de sementes de *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze, Rego e Possamai (2004) sugerem que a temperatura constante de 30 °C e o substrato vermiculita formam a combinação mais adequada. Gama et al. (2010) concluíram que as condições ideais para os testes de germinação e vigor em sementes de *Euterpe oleracea* Mart. são os substratos vermiculita, sob temperaturas de 20-30; 30 e 35 °C, areia a 30 e 35 °C, Bioplant® a 35 °C e Plantmax® a 20-30 °C.

Embora existam informações sobre a germinação de sementes de *G. integrifolia* (SILVA; OLIVEIRA, 1997; BARROS et al., 2005), a interação entre diferentes substratos e temperaturas na germinação e no vigor são desconhecidos. Assim, este trabalho tem o objetivo de identificar o substrato e a temperatura para condução dos testes de germinação e vigor em sementes de *G. integrifolia*, tendo em vista a padronização dos métodos e a comparação de resultados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. OBTENÇÃO DAS SEMENTES

As sâmaras de pau d'algo (*Gallesia integrifolia*) utilizadas no presente trabalho foram coletadas em setembro de 2012, diretamente da copa de seis árvores matrizes localizadas em Seropédica-RJ, latitude, 22° 45' S, longitude 43° 41' W e altitude de 33 m. O clima da região é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, apresentando duas estações distintas, uma seca, que se estende de abril a setembro e outra quente e chuvosa, que se estende de outubro a março. A precipitação média do ano de 2012 para o município de Seropédica foi de 1045 mm, destes, 150 mm ficaram distribuídos entre os meses de agosto, setembro e outubro, meses que correspondem ao período de maturação e dispersão dos frutos na área de coleta. As temperaturas médias, máximas e mínimas para este período foram, respectivamente 26,2, 28,7 e 20,1 °C, e a umidade relativa do ar média foi de 75,6% (INMET, 2012).

Após a secagem ao sol por três dias, os frutos foram acondicionados em caixas de papelão e conduzidos ao Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCA/UFES, Alegre-ES, latitude 20° 45' S, longitude 41° 31' W e altitude de 250 m, onde foram realizados os experimentos.

No Laboratório, a expansão alada dos frutos foi cortada utilizando-se uma tesoura, e a estrutura resultante foi considerada semente (BARROS et al., 2005). Previamente à instalação do experimento foi determinado o teor de água das sementes pelo método da estufa a 105±3 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro amostras de 25 sementes.

### 2.2. SUBSTRATOS PARA SEMEADURA

A semeadura foi feita em placas de Petri contendo os substratos areia, vermiculita, GoldenMix®, Plantmax®, sobre papel, e em rolo de papel, que foram anteriormente esterilizados, em estufa regulada a 105 °C, por 12 horas.

Os substratos utilizados foram analisados conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997), e os teores de nutrientes disponíveis nos substratos utilizados estão descritos no Quadro 1. O substrato Plantmax® é composto de casca de *Pinus* sp., vermiculita, corretivo de acidez, ureia, sulfato de amônio e superfosfato simples, possui umidade média de 50% e densidade média de 450 g L<sup>-1</sup>. O substrato GoldenMix® é formulado a partir de 100% de fibra de coco de textura fina, apresentando condutividade de 1.8 mS cm<sup>-1</sup>, capacidade de retenção de água de 507 ml por L<sup>-1</sup>, porosidade total de 95% e 150 kg m<sup>-3</sup>.

Os substratos areia, vermiculita, GoldenMix® e Plantmax® foram umedecidos com 60% da capacidade de retenção de umidade e nos substratos sobre papel e rolo de papel, o umedecimento foi feito na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Em seguida as sementes foram mantidas em câmaras tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sob as temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35 °C, com fotoperíodo de 8 horas.

**Quadro 1.** Valores de pH, teores de macronutrientes disponíveis, capacidade de troca catiônica (CTC) e índice de saturação por bases (S. B.) dos diferentes substratos utilizados na germinação de sementes de *G. integrifolia*.

Substratos	pH	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	CTC(T)	S. B	V	m	ISNa
	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>			cmol dm <sup>-3</sup>				%			
Areia	6,8	17	17	6	0,2	0,1	0,3	0,7	0,4	55,2	0,0	3,9
Vermiculita	7,3	59	117	22	2,0	4,1	0,3	6,8	6,5	95,6	0,0	1,4
GoldenMix®	5,6	97	1270	30	2,0	1,7	21,2	28,3	7,1	25,1	4,1	0,5
Mecplant®	4,6	261	461	27	10,7	5,7	36,2	53,9	17,7	32,8	1,1	0,2



### 2.3. COLETA DE DADOS

O número de sementes germinadas foi avaliado diariamente, à mesma hora, adotando como critério de germinação a protrusão da raiz primária  $\geq 2$  mm de comprimento. A partir do número de sementes germinadas diariamente foram avaliados: germinação - correspondente à porcentagem total de sementes germinadas até o 15º dia após a semeadura; índice de velocidade de germinação - determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962); tempo médio de germinação e frequência relativa de germinação - determinados conforme fórmulas citadas por Labouriau e Valadares (1976).

Ao final do experimento, determinado no 15º dia após a semeadura, quando houve a estabilização do processo germinativo, a qualidade fisiológica foi avaliada pela porcentagem de sementes deterioradas e de plântulas normais conforme Brasil (2009), pelo comprimento e massa, da parte aérea e do sistema radicular das plântulas normais de cada repetição, seca. O comprimento da parte aérea e do sistema radicular das plântulas foi medido com régua graduada em milímetros, e os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>. Para obtenção da massa seca, a parte aérea e o sistema radicular das plântulas foram acondicionados em sacos de papel individuais e colocados em estufa com circulação de ar forçada regulada à temperatura de 70 °C. Após 72 h as amostras foram retiradas da estufa e pesadas em balança de precisão de 0,0001 g, sendo os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup>.

### 2.4. ANÁLISE DOS DADOS

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos em esquema de parcelas subdivididas no espaço, com quatro repetições de 25 sementes. As parcelas correspondem aos seis substratos (areia, vermiculita, GoldenMix®, Plantmax®, sobre papel e rolo de papel), e as subparcelas, as cinco temperaturas (15, 20, 25, 30 e 35 °C). Os dados em porcentagem foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors, e por não apresentarem normalidade foram transformados em arco-

$\text{seno}\sqrt{x}/100$ , contudo, nos resultados estão apresentadas as médias dos dados originais. As médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes recém-colhidas de *G. integrifolia* apresentaram teor de água em torno de 10,6%. As maiores médias para porcentagem de germinação foram obtidas nos substratos vermiculita (65%) e rolo de papel (63%) a 30 °C, e no substrato Plantmax® (68%) a 25 °C (Tabela 1).

**Tabela 1.** Porcentagem de germinação (G) de sementes de *G. integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas

Substratos	G (%)					Média
	Temperaturas (°C)					
	15	20	25	30	35	
Areia	13 cB	32 bB	50 aB	52 aB	11 cC	31 B
Vermiculita	14 dB	22 cC	40 bC	65 aA	25 cB	33 B
GoldenMix®	1 dC	16 cD	38 aC	26 bC	20 bB	20 C
Plantmax®	10 dB	35 cB	68 aA	52 bB	28 cB	38 B
Sobre Papel	8 dB	12 cD	37 aC	21 bC	14 cC	18 C
Rolo de Papel	21 cA	41 bA	58 aB	63 aA	44 bA	45 A
Média	11 c	26 b	48 a	46 a	23 b	
CV (%)	14,2 (substratos)			11,6 (temperaturas)		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade (CV = coeficiente de variação).

Este resultado está de acordo com Silva e Oliveira (1997) que em experimento realizado com a mesma espécie, observou que a maior porcentagem de germinação ocorreu nas temperaturas 20 e 25 °C, para semeadura realizada em placa de Petri. Barros et al. (2005) estudando aspectos da germinação de sementes de *G. integrifolia*, também obtiveram as maiores médias para porcentagem de germinação entre as temperaturas 20 e 30 °C. Contudo, estes autores constataram porcentagem de germinação

superior a 50% em todas as temperaturas, com valor máximo de 85% à 20 °C, e mínimo de 51% a 15 °C.

A diferença encontrada para temperatura adequada de germinação, possivelmente está relacionada com as características ambientais encontradas na área de procedência das sementes (BRANCALION et al., 2010). Barros et al. (2005) utilizaram sementes provenientes do município de Santa Rita do Passa Quatro-SP, onde a altitude é de 730 m e as temperaturas mais amenas, quando comparadas com as de Seropédica-RJ (INMET, 2012).

Em sementes de *Segueira langsdorffii* Moq., outra espécie da família Phytolacaceae, a temperatura constante de 25 °C também foi a que mais favoreceu a porcentagem de germinação e a velocidade da germinação (REGO et al. 2001), assim como observado para sementes de *Ceiba speciosa*, outra espécie florestal, semeadas em rolo de papel (LEMES; LOPES, 2012).

Neste trabalho, a baixa porcentagem de germinação observada na temperatura 15 °C em todos os substratos pode estar relacionada com a diminuição no metabolismo das sementes, sendo necessário um período mais longo para alcançar o total de germinação mesmo no substrato mais adequado (MARCOS-FILHO, 2005). Comportamento semelhante foi observado por Matheus e Lopes (2009) em sementes de *Erythrina variegata* L., que sob temperaturas baixas, germinaram tardiamente, próximo dos últimos dias de incubação.

Os resultados indicam que os substratos GoldenMix® e sobre papel em baixas temperaturas não favoreceram a germinação de *G. integrifolia*, enquanto o rolo de papel germitest mostrou-se eficiente como substrato, proporcionando médias superiores a 50% de germinação em todas as temperaturas, à exceção de 15 °C. A alta porcentagem de germinação observada neste substrato, considerando a disponibilidade limitada de luz proporcionada pelo mesmo, corrobora com os resultados obtidos por Barros et al. (2005), que classificaram a espécie como indiferente ou insensível à luz. De acordo com Bewley e Black (1994), a capacidade de germinar em diferentes condições de luz indica que a semente possui quantidade de fitocromo

suficiente para induzir o processo germinativo por meio de respostas de fluência muito baixa.

A combinação do substrato rolo de papel com a temperatura 30 °C foi estatisticamente superior a todos os demais tratamentos para índice de velocidade de germinação (4,76) (Tabela 2), indicando que provavelmente esta combinação seja a mais eficiente em regular o fluxo de água para dentro das sementes.

Resultado semelhante foi obtido para sementes de *G. integrifolia* (BARROS et al., 2005) e para sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (OLIVEIRA et al., 2008). Em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tull foi a temperatura de 35 °C, que proporcionou maior velocidade de germinação em todos os substratos avaliados (LIMA et al., 2006).

**Tabela 2.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Gallesia integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas

Substratos	IVG					Média
	Temperaturas (°C)					
	15	20	25	30	35	
Areia	0,28 dC	1,26 cB	1,44 bC	2,40 aC	1,47 bB	1,37 C
Vermiculita	0,27 cC	0,64 cC	1,98 bC	3,09 aB	1,50 bB	1,50 C
GoldenMix®	0,90 bA	0,70 bC	1,75 aC	1,35 aD	1,09 bB	1,15 D
Plantmax®	0,20 dC	1,08 cB	2,71 bB	3,37 aB	1,45 cB	1,76 B
Sobre Papel	0,17 dD	1,07 cB	1,79 aC	1,29 bD	0,55 dC	0,97 D
Rolo de Papel	0,43 dB	1,89 cA	2,97 bA	4,76 aA	2,47 bA	2,20 A
Média	0,37 e	1,10 d	2,10 b	2,71 a	1,42 c	
CV (%)	17,7 (substratos)			15,8 (temperaturas)		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade (CV = coeficiente de variação).

Quanto maior o contato das sementes com o substrato, maior a porcentagem de germinação e menor o tempo necessário para alcançá-la (CARNEIRO; GUEDES, 1992). Para condições de laboratório, considerando a praticidade de utilizar o rolo de papel germitest como substrato, por apresentar baixa contaminação por microorganismos e facilidade na avaliação das sementes, este é o sugerido para a condução de testes de germinação e vigor

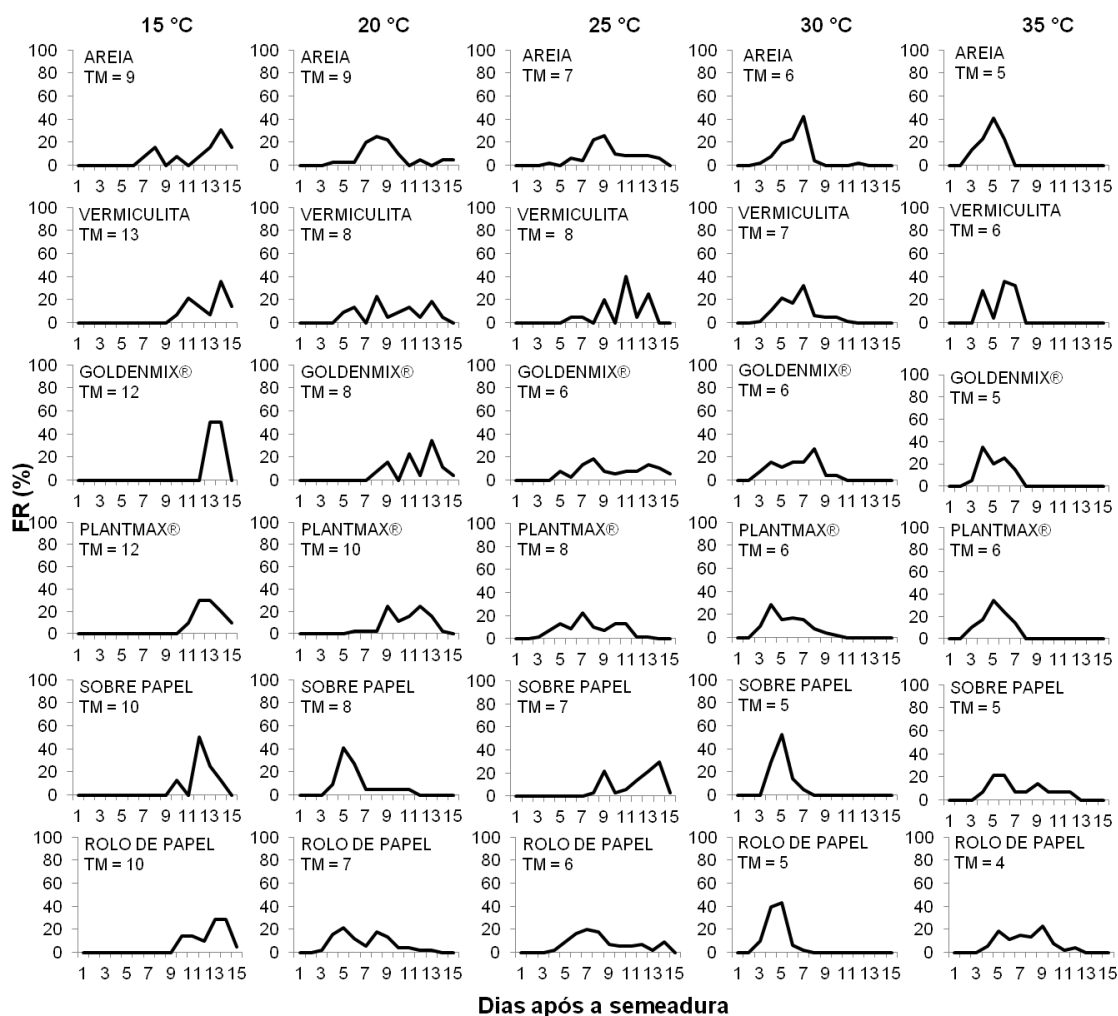
em sementes de *G. integrifolia*. Gonçalves et al. (2007) destacam que apesar de não diferir estatisticamente dos substratos vermiculita, Bioplant®, Bioclone®, areia, Plugmix® e entre papel, o substrato rolo de papel foi o que proporcionou o ambiente mais favorável à germinação das sementes de *Crataeva tapia* L.

Na Figura 1 são apresentados o tempo médio de germinação e as curvas de distribuição da frequência relativa de germinação das sementes de *G. integrifolia*. Observa-se que houve irregularidade na distribuição da germinação durante o período de avaliação, que ficou caracterizada pelo comportamento polimodal nas distribuições isotermas na maioria dos tratamentos.

A irregularidade constatada no processo germinativo de sementes provenientes de um mesmo lote sugere que as sementes de *G. integrifolia* provavelmente apresentam heterogeneidade fisiológica, quando dispersas no ambiente, o que é considerado comum em espécies florestais nativas. Isso acontece devido às variações na disponibilidade de recursos nutricionais durante o desenvolvimento dos frutos (WINN, 1991).

Germinação escalonada no tempo foi relatada por Godoi e Takai (2005) em sementes de *Cecropia glaziovii* Miq., Matheus e Lopes (2009) em sementes de *E. variegata* L., e Hernandez et al. (2011) em sementes de *Heteropteris tomentosa* A. Juss.

Confirmando os resultados obtidos na Tabela 2, o tratamento composto pelo substrato rolo de papel na temperatura 30 °C foi responsável pela maior porcentagem de plântulas normais (56%), no menor tempo médio (5 dias). Além disso, a germinação foi mais uniforme, evidenciada pelo comportamento unimodal na isoterma e pelo desvio do pico de germinação para a esquerda do gráfico (Figura 1). De modo semelhante, Alves et al. (2002) observaram um desvio para a esquerda da moda principal da distribuição das frequências, nos substratos e temperaturas consideradas ótimas para germinação de sementes de *M. caesalpiniaefolia*.



**Figura 1.** Frequência relativa de germinação (FR) e tempo médio de germinação (TM) de sementes de *G. integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas.

De acordo com estes resultados, sugere-se que a primeira contagem de germinação seja feita no 5<sup>o</sup> dia após a semeadura. A finalidade dessa contagem é remover plântulas que estão suficientemente desenvolvidas, a fim de facilitar as contagens subsequentes, e evitar que elas afetem o desenvolvimento de outras plântulas (BRASIL, 2009).

Em todos os substratos houve redução do tempo médio de germinação na temperatura mais alta (35 °C), contudo a porcentagem de plântulas normais também apresentou redução, chegando a zero nos substratos areia e sobre papel (Figura 1 e Tabela 3). Embora tenha ocorrido expressiva porcentagem de germinação na temperatura 35 °C (Tabela 1), não houve formação de plântulas

normais. As plântulas que, inicialmente, possuíam as estruturas essenciais plenamente desenvolvidas, apresentaram-se totalmente deterioradas ao final do experimento (15º dia).

Guedes e Alves (2011) citam que as plântulas de *C. glaziovii* apresentaram raiz e parte aérea apodrecidas quando submetidas à temperatura de 35 °C, fato que provavelmente esteja relacionado ao desenvolvimento de fungos. Nos substratos areia e sobre papel não houve produção de plântulas normais a 35 °C, sugerindo que o limite máximo de temperatura para obtenção de plântulas normais nestes substratos seja 30 °C. A porcentagem de plântulas normais também apresentou redução significativa nas temperaturas 15 °C em todos os substratos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Porcentagem de plântulas normais (PN) em sementes de *G. integrifolia* em diferentes substratos e temperaturas

Substratos	PN (%)					Média
	Temperaturas (°C)					
	15	20	25	30	35	
Areia	7 bB	31 aB	33 aC	10 bD	0 cC	16 C
Vermiculita	8 dB	20 cC	38 bC	61 aA	3 dC	26 B
GoldenMix®	1 dC	14 cD	36 aC	26 bC	13 cB	18 C
Plantmax®	10 eB	35 cB	65 aA	50 bB	22 dA	36 A
Sobre Papel	6 cB	10 bD	34 aC	7 cD	0 dC	11 C
Rolo de Papel	21 cA	41 bA	55 aB	56 aA	9 dC	36 A
Média	8 d	25 c	43 a	35 b	8 d	
CV (%)	17,3 (substratos)			13,1 (temperaturas)		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade. (CV = coeficiente de variação).

As médias para comprimento da parte aérea foram superiores quando utilizado os substratos GoldenMix® (5,2 cm), Plantmax® (5,1 cm) e rolo de papel (5,4 cm). Nestes substratos as temperaturas 25 e 30 °C proporcionaram valores estatisticamente iguais (Tabela 4). Em plântulas de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze) o desenvolvimento da parte aérea foi favorecido pela combinação do substrato areia com a temperatura 25 °C, enquanto o sistema radicular

apresentou as maiores médias de comprimento no substrato papel toalha, mantido na temperatura 25 °C (GUEDES; ALVES, 2011).

**Tabela 4.** Comprimento da parte aérea (CA) e do sistema radicular (CR) de plântulas de *G. integrifolia* submetidas a diferentes substratos e temperaturas

Substratos	CA (cm)					Média
	Temperaturas (°C)					
	15	20	25	30	35	
Areia	0,0 cA	3,3 aB	3,8 aB	2,2 bC	0,0 cC	1,9 B
Vermiculita	0,0 cA	3,0 bB	3,3 bB	4,3 aB	0,0 cC	2,1 B
GoldenMix®	0,0 cA	2,8 bC	5,2 aA	4,9 aA	3,1 bA	3,2 A
Plantmax®	0,0 dA	4,0 bA	5,1 aA	5,0 aA	1,7 cB	2,9 A
Sobre Papel	0,0 bA	2,3 aC	2,5 aC	0,0 bD	0,0 bC	0,9 C
Rolo de Papel	0,0 cA	3,7 bA	5,0 aA	5,4 aA	0,0 cC	2,8 A
Média	0,0 d	3,4 b	4,2 a	3,6 b	0,6 c	
CV (%)	15,3 (substratos)		11,5 (temperaturas)			
Substratos	CR (cm)					Média
	Temperaturas (°C)					
	15	20	25	30	35	
Areia	1,3 bA	2,1 aB	2,7 aC	0,1 cD	0,0 cD	1,2 C
Vermiculita	0,8 cB	2,8 aB	1,7 bD	1,2 bC	0,0 cC	1,6 C
GoldenMix®	0,5 eB	2,8 cB	3,6 bB	4,2 aA	2,0 dA	2,6 B
Plantmax®	1,2 bA	2,3 aB	3,0 aB	3,7 aB	1,2 bB	2,5 B
Sobre Papel	0,7 bB	1,2 aC	1,7 aD	0,0 cD	0,0 cD	0,7 D
Rolo de Papel	1,0 dA	3,2 cA	5,6 aA	3,8 bA	0,0 eD	3,0 A
Média	0,9 c	2,7 b	3,1 a	2,3 b	0,6 c	
CV (%)	14,6 (substratos)		12,8 (temperaturas)			

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade (CV = coeficiente de variação).

Assim como para as sementes de *C. glaziovii*, a condição ideal para o desenvolvimento da parte aérea das plântulas de *G. integrifolia* difere das condições ideais para o desenvolvimento do sistema radicular. O comprimento do sistema radicular das plântulas de *G. integrifolia* foi estatisticamente superior no substrato GoldenMix® combinado com a temperatura 25 °C, e na combinação entre substrato rolo de papel e a temperatura 30 °C.

As menores médias de comprimento radicular foram obtidas nos substratos sobre papel (0,7 cm) e areia (0,1 cm), onde houve formação de plântulas com raiz primária pouco desenvolvida e extremidade necrosada em



todas as temperaturas. Contudo, os substratos areia e sobre papel são recomendados para condução de testes de germinação em sementes de diversas espécies florestais nativas, a citar *Casearia sylvestris* Sw., *Erythrina falcata* Bentham, *Lithraea brasiliensis* March e *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (MEDEIROS; ABREU, 2005).

O rolo de papel foi o substrato que melhor possibilitou o alongamento tanto da raiz, como da parte aérea, possivelmente porque as plântulas já iniciam seu desenvolvimento na posição vertical e paralelas umas às outras, o que diminui a competição por espaço. Diferente do observado nas placas de Petri, onde as plântulas se desenvolvem umas sobre as outras na posição horizontal. Resultado semelhante foi obtido por Gonçalves et al. (2007), que observaram as maiores médias de comprimento, tanto da parte aérea como do sistema radicular de plântulas de *C. tapia*, no substrato rolo de papel.

O desenvolvimento inicial das plântulas, avaliado pela produção de massa da parte aérea seca, foi estatisticamente superior nos substratos Plantmax® e rolo de papel, combinados com nas temperaturas 25 e 30 °C, respectivamente (Tabela 5).

Com relação ao sistema radicular foi a combinação do substrato Plantmax® com as temperaturas 25 e 30 °C que mais favoreceram a transferência de massa seca dos cotilédones para o eixo embrionário. Lima et al. (2011) constataram que a temperatura alternada 20-35 °C e o substrato areia proporcionaram maior acúmulo de massa seca nas plântulas de *C. pyramidalis*. Embora o uso do substrato GoldenMix® tenha obtido médias estatisticamente superiores em relação ao comprimento, e tenha sido observado apenas neste substrato o desenvolvimento de raízes secundárias, este não favoreceu o acúmulo de massa seca no sistema radicular.

Os substratos a base de fibra de coco, como é o caso de GoldenMix®, têm sido indicados para a produção de mudas por apresentar longa durabilidade sem alteração das características físicas, abundância de matéria prima e baixo custo para o produtor (CARRIJO et al., 2002). Pacheco et al. (2006) afirmam que o pó de coco proporcionou desenvolvimento significativo do sistema radicular nas plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em

todas as temperaturas estudadas (25, 27, 30, 35, 20-27, 20-30 e 20-35 °C). Contudo, não foi observado desenvolvimento satisfatório nas plântulas de *G. integrifolia* submetidas a este substrato.

**Tabela 5.** Massa seca da parte aérea (MSA) e do sistema radicular (MSR) de plântulas de *G. integrifolia* submetidas a diferentes substratos e temperaturas

Substratos	MSA (mg)					Média
	Temperaturas (°C)					
	15	20	25	30	35	
Areia	0,0 dA	5,5 cC	18,2 aB	15,2 bB	0,0 dC	7,4 B
Vermiculita	0,0 cA	14,2 aB	15,6 aB	12,2 bC	0,0 cC	8,4 B
GoldenMix®	0,0 dA	8,9 bC	15,5 bC	12,9 aB	1,8 cB	7,8 B
Plantmax®	0,0 dA	19,1 bA	26,4 aA	25,2 aA	6,3 cA	15,4 A
Sobre Papel	0,0 cA	12,9 cD	9,3 aD	0,0 bC	0,0 cC	4,4 C
Rolo de Papel	0,0 dA	18,9 bA	25,6 aA	20,8 aA	0,0 cB	13,3 A
Média	0,0 e	11, 1 c	17,9 a	14,4 b	1,5 d	
CV (%)	17,2 (substratos)			21,4 (temperaturas)		
Substratos	MSR (mg)					Média
	Temperaturas (°C)					
	15	20	25	30	35	
Areia	2,1 dD	9,0 cD	28,7 aB	21,2 bC	0,0 eC	12,2 C
Vermiculita	6,3 cB	13,2 bC	15,3 bC	33,1 aB	0,0 dC	13,6 C
GoldenMix®	1,2 cC	12,6 bC	27,8 aB	34,8 aB	2,0 cB	15,7 C
Plantmax®	4,8 cC	36,3 bA	43,5 aA	54,2 aA	4,3 cA	28,6 A
Sobre Papel	4,2 bC	12,1 aC	16,2 aC	0,0 aD	0,0 cC	6,5 D
Rolo de Papel	10,1 cA	21,0 bB	38,2 aA	33,5 aB	0,0 dC	20,6 B
Média	5,6 c	20,8 b	28,3 a	29,5 a	1,0 d	
CV (%)	13,9 (substratos)			18,6 (temperaturas)		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade (CV = coeficiente de variação).

O substrato Plantmax® proporcionou as maiores médias para as massas aérea e radicular secas, sugerindo que os nutrientes contidos neste substrato possibilitaram que as plântulas crescessem mais e acumulassem maior conteúdo de massa seca quando comparado aos demais substratos. Contudo, vale ressaltar que as médias de massa seca obtidas no rolo de papel, substrato totalmente desprovido de recursos nutricionais, foram estatisticamente iguais às obtidas no substrato Plantmax® na maioria dos tratamentos.

Trabalhando com *Ceiba speciosa* St. Hil., Lemes e Lopes (2012) observaram que o teste de germinação feito em rolo de papel, na temperatura de 30 °C determinou maior comprimento da parte aérea e da raiz, assim como maior acúmulo de massa fresca e seca, originando plântulas mais vigorosas. As maiores médias de germinação e desenvolvimento inicial de *Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. E Drude, foram obtidas no substrato Plantmax®, entretanto, a mistura de terra+areia+esterco também proporcionou médias satisfatórias (CHARLO et al., 2006).

#### 4. CONCLUSÕES

As combinações entre os substratos Plantmax® e rolo de papel com as temperaturas 25 e 30 °C são as condições recomendadas para a condução dos testes de germinação e de vigor em sementes de *Gallesia integrifolia*.

A germinação *G. integrifolia* é uniforme em condições ideais, com pico no 5º dia após a sementeira, podendo ser computada a primeira contagem de germinação.

O teste de germinação pode ser conduzido com a avaliação das plântulas normais no 15º dia.

No 15º dia ocorre a estabilização do estande e a plântula normal apresenta médias de comprimento aéreo de 5,0 cm e radicular de 5,3 cm, e massa da parte aérea e do sistema radicular secas de 22,6 e 54,2 mg, respectivamente.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; PAULA, R. C.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; DINIZ, A. A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.

ANDRADE, I. M.; LONGUI, E. L.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Efeito da procedência na variação radial do comprimento de fibras e densidade básica da madeira de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **IF Série Registros**, n. 40, p. 39-43, 2009.

AZEVEDO, S. K. S.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasília**, v. 20, n. 1, p. 185-194, 2006.

BARBOSA, J. M.; SANTOS-JUNIOR, N. A. Produção e tecnologia de sementes aplicadas à recuperação de áreas degradadas. In: **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p.78-87.

BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. 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**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; COSTA, C. G.. **Sistemática de Angiospermas** do Brasil. v. 1, 2ª ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2007, 309p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994, 445p.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótimas de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15-021, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009, 399p.

BUSSMANN, R. W.; GLENN, A. Traditional Peruvian medicine for the treatment of respiratory disorders. **Revista Peruana de Biología**, v. 17, n. 2, p. 331-346, 2010.

CARNEIRO, L. W. P.; GUEDES, T. A. Influência do contato das sementes de stevia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni) no substrato avaliada pela função de Weibull. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n. 1, p. 65-68, 1992.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Colombo: Embrapa Florestas, v. 2, 2006, 627p.

CHARLO, H. C. O.; MÔRO, F. V.; SILVA, V. L.; SILVA, B. M. S.; BIANCO, S.; MÔRO, J. R. Aspectos morfológicos, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. E Drude

(Arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 933-940, 2006.

DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 17, p. 45–55, 2004.

FEIJÓ, N. S. A.; MIELKE, M. S.; GOMES, F. P.; FRANÇA, S.; LAVISNSKY, A. O. Growth and photosynthetic responses of *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms and *Schinus terebinthifolius* Raddi seedlings in dense shade. **Agroforest Syst**, v. 77, p.49-58, 2009.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

GAMA, J. S. N.; MONTE, D. M. O.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A. B.; BRAGA-JUNIOR, J. M. Temperaturas e substratos para a germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleracea* Mart. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 4, p. 664-670, 2010.

GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). **Brasilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 2, p. 185-191, 2004.

GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L.; FRANÇA, P. R. C.; BERNARDO, K. S.; ALVES, G. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes substratos. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 363-367, 2007.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 525-531, 2011.

HERNANDES, F. M. P.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Germinação de sementes de *Heteropteris tomentosa* A. Juss. Sob diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 617-621, 2011.

KHAN, A. Z.; SHAH, P; MOHD, F.; KHAN, H. PERVEEN, A. S.; NIGAR, S.; KHALIL, S. K.; ZUBAIR, M. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in wheat. **Pakistan Journal of Botany**. v. 42, n. 5, p. 3147-3155, 2010.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Estação Meteorológica automática de Ecologia Agrícola, Seropédica, RJ, 2012.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seed of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, p. 263-284, 1976.

LEMES, E. Q.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Paineira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 179-186, 2012.

LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRAGA-JUNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. D. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, n. 2, p. 216-222, 2011.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-77, 1962.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 418 p., 1989.

MARCHIORETTO, M. S. 2012. Phytolaccaceae. In. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB012578>

MARCONDES, M. M.; FERREIRA, S. G. M.; SCISLOSKI, S. F.; MATEUS, M. A. F.; FARIA, C. M. D. R. Efeito de diferentes concentrações de hidrolatos da eclosão de juvenis de *Meloidogyne* sp.. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 266, 2011.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq., 2005, 495p.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 115-122, 2009.

MEDEIROS, A. C. S.; ABREU, D. C. A. Instruções para testes de germinação em sementes florestais nativas da Mata Atlântica. Comunicado técnico 151, **Embrapa Florestas**, 2005.

MILOSEVIC, M.; VUJAKOVIC, M.; KARAGIC, D. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, v. 42, n. 1, p. 103-118, 2010.

NOGUEIRA, A., MARTINEZ, C. A.; FERREIRA, L. L.; PRADO, C. H. B. A. Photosynthesis and water use efficiency in twenty tropical tree species os

differing succession status in a Brazilian reforestation. **Photosynthetica**, v. 42, n. 3, p. 351-356, 2004.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, v. 2, n. 4, 2009.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert - Fabaceae. **Floresta**, v. 38, n. 3, p. 545-551, 2008.

PACHECO, V. M.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; LELES, P. S. dos S. BREIER, T. B. **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**, Seropédica, EDUR/UFRJ, p.11-34, 2007.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985, 285p.

REGO, G. M.; LIMA, R. M. B.; POSSAMAI, E. Efeito do substrato e da temperatura sobre a germinação e vigor das sementes de pau-de-alho (*Seguieria langsdorffii* Moq.) - Phytolaccaceae, em laboratório. **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p.256, 2001.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do substrato e da temperatura sobre a germinação e vigor de sementes de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*). Comunicado Técnico 127, **Embrapa Florestas**, 2004.

SILVA, B. F.; LAMEIRÃO, V. G.; AZEVEDO, I. H. F.; GOI, S. R. Efeito alelopático de extrato aquoso de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms e *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre a germinação e desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Anais...** X Congresso de Ecologia do Brasil, 2011.

SILVA, E. R.; OLIVEIRA, L. M. Q. Aspectos do comportamento germinativo das sementes de pau-d'álho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms - Phytolaccaceae. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.7, n.1/2, p.234, 1997.

VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L. L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. Técnicas de produção de sementes florestais. **EMBRAPA – CPAF**, P. 2-4, 2001.

WINN, A. A. Proximate and ultimate sources of within individual variation in seed mass in *Prunella vulgaris* (Lamiaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 78, p. 838-844, 1991.

## **CAPÍTULO III**

### **TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Gallesia integrifolia* (SPRENG.) HARD**



## TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Gallesia integrifolia* (SPRENG.) HARD

### RESUMO

O objetivo neste trabalho foi determinar as temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Gallesia integrifolia*. A semeadura foi realizada em rolo de papel germitest mantidos em BOD regulada nas temperaturas constates de 10,0; 12,5; 15,0; 17,5; 20,0; 22,5; 25,0; 27,5; 30,0; 32,5; 35,0; 37,5; e 40 °C, com fotoperíodo de oito horas. O experimento foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. *G. integrifolia* apresenta tolerância a uma ampla faixa de temperatura, ocorrendo a germinação entre 12,5 e 40 °C. A temperatura máxima para obtenção de plântulas normais é 32,5 °C. As temperaturas entre 25 a 30 °C são favoráveis à germinação com porcentagens de plântulas normais acima de 58%. A temperatura ótima para condução dos testes de germinação é de 27,5 °C.

**Palavras-chave:** pau d'alho, espécie florestal, qualidade fisiológica.

### ABSTRACT

The objective in this study was to determine the optimum germination temperature for seedlings of the *Gallesia integrifolia*. Samples of 25 seeds each were placed in paper roll and incubated separately at constant temperature of 10,0 12,5, 15,0 17,5, 20,0 22,5, 25,0 27,5, 30,0 32,5, 35,0 37,5 and 40,0 °C, respectively, with photoperiod of 8 hours. It was found that *G. integrifolia* seeds have a broad range of temperature tolerance with seedling germination observed between 12,5 and 40,0 °C. Temperatures between 25 and 30 °C seemed most favorable for germination, with normal seedlings in excess of 58%. The optimum temperature for conducting the germination and vigor testes was 27.5 ° C.

**Keywords:** garlic wood, forest species, physiological quality

## 1. INTRODUÇÃO

A germinação é fase crucial no desenvolvimento da plântula e a temperatura é um fator ambiental que exerce influência decisiva no comportamento germinativo das sementes. A temperatura age controlando a velocidade de absorção de água, e as reações bioquímicas que determinam a germinação, afetando o total de sementes germinadas, a velocidade e a uniformidade do processo (POPINIGIS, 1985). Dessa forma, exerce influência no processo respiratório das sementes, interferindo diretamente no vigor e na porcentagem de germinação (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004; AZEREDO et al., 2005; MENDES et al., 2009).

Na ausência de fatores limitantes, a germinação ocorre em ampla faixa de temperatura, porém dentro de um limite de temperaturas máxima e mínima, acima e abaixo das quais a germinação não ocorre. Cada espécie apresenta uma temperatura ótima na qual a mais alta porcentagem de germinação é obtida, no menor espaço de tempo. Os limites extremos de temperatura e a temperatura considerada ótima representam as temperaturas cardinais para a germinação. As temperaturas cardinais podem variar em função da procedência, da sanidade do material biológico, das condições ambientais durante o processo de formação da semente, e do manejo pré e pós-colheita (POPINIGIS, 1985; MARCOS-FILHO, 2005).

Espécies florestais tropicais são tolerantes a ampla faixa de temperatura, contudo a faixa de temperatura entre 20 e 30 °C é citada como a mais adequada para germinação das sementes das espécies florestais nativas (POPINIGIS, 1985; BORGES; RENA, 1993; PIÑHA-RODRIGUES et al., 2007).

As informações sobre a dinâmica do processo germinativo de espécies florestais em função de diferentes temperaturas são utilizadas para consolidar a base técnica que garante a disponibilização de sementes viáveis e de boa qualidade no mercado (RANAL; SANTANA, 2006; LIMA-JUNIOR, 2010). Além disso, os resultados obtidos em laboratório podem ser utilizados para prever o

comportamento germinativo das sementes em condições naturais (BARROS et al., 2005).

O pau d'alho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms) é uma espécie florestal da família Phytolaccaceae, endêmica do Brasil que possui potencial madeireiro (MAINIERI; CHIMELO, 1989), medicinal (AZEVEDO; SILVA, 2006; BUSSMANN; GLENN, 2010), fitoquímico (MARCONDES et al., 2011) e na recuperação de áreas degradadas (DEMUNER et al., 2004; NOGUEIRA et al., 2004; BARBOSA; PIZO, 2006). Os frutos, do tipo sâmara, adquirem coloração parda quando maduros e contém apenas uma semente (LORENZI, 2002).

Definir as melhores condições de temperatura para a germinação é fundamental para a propagação dessa espécie e avaliação da qualidade das suas sementes. Embora existam informações sobre a germinação de *G. integrifolia* (BARROS et al., 2005), as temperaturas cardinais são desconhecidas, e não existem recomendações nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Sendo assim, neste trabalho objetivou-se identificar as temperaturas ótima, máxima, mínima, e letal para a germinação de *G. integrifolia*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As sâmaras de pau d'alho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms) utilizadas no presente trabalho foram coletadas em setembro de 2012, diretamente da copa de seis árvores matrizes localizadas em Seropédica-RJ, latitude, 22° 45' S, longitude 43° 41' W e altitude de 33 m. O clima da região é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, apresentando uma estação seca, que se estende de abril a setembro e outra quente e chuvosa, que se estende de outubro a março. A precipitação média do ano de 2012 para o município de Seropédica foi de 1045 mm, destes, 150 mm ficaram distribuídos entre os meses de agosto, setembro e outubro, meses que correspondem ao período de maturação e dispersão dos frutos na área de coleta. As temperaturas mínimas,

médias e máximas para este período foram, respectivamente 20,1, 26,2, e 28,7 °C, e a umidade relativa do ar média foi de 75,6% (INMET, 2012).

Após a secagem ao sol por três dias, as sâmaras de pau d'alho foram acondicionadas em caixas de papelão e conduzidas ao Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCA/UFES, Alegre-ES, latitude 20° 45' S, longitude 41° 31' W e altitude de 250 m, onde foram realizados os experimentos.

No Laboratório, a expansão alada dos frutos foi cortada utilizando-se uma tesoura, e a estrutura resultante foi considerada semente (BARROS et al., 2005). Previamente à instalação do experimento foi determinado o teor de água das sementes pelo método da estufa a  $105\pm 3$  °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro amostras de dez sementes.

A semeadura foi feita em rolo de papel germitest esterilizado em estufa por 12 horas, à temperatura de 105 °C. Os rolos foram umedecidos na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco e mantidos em câmaras tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sob as temperaturas constantes de 10,0; 12,5; 15,0; 17,5; 20,0; 22,5; 25,0; 27,5; 30,0; 32,5; 35,0; 37,5; e 40 °C, com fotoperíodo de oito horas.

Previamente à instalação do experimento foi determinado o teor de água das sementes pelo método da estufa a  $105\pm 3$  °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro amostras com 25 sementes. O número de sementes germinadas foi avaliado diariamente, adotando-se como critério de germinação a protrusão da raiz primária  $\geq 2$  mm de comprimento.

A partir do número de sementes germinadas (protrusão da raiz primária) foram avaliados: germinação - correspondente à porcentagem total de sementes germinadas até o 15º dia após a semeadura; plântula normal - correspondente à porcentagem de plântulas normais, conforme Brasil (2009); índice de velocidade de germinação - determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962); tempo médio de germinação e frequência relativa de germinação - determinados conforme fórmulas citadas por Labouriau e Valadares (1976); e índice de entropia informacional de distribuição de

frequências relativas da germinação (ou índice de incerteza), calculado de acordo com Labouriau (1983).

Ao final do experimento, que teve duração de 15 dias, foram determinados o comprimento, a massa, da parte aérea e do sistema radicular das plântulas normais fresca e seca, e a porcentagem de sementes deterioradas (Brasil, 2009). O comprimento da parte aérea e do sistema radicular foi obtido medindo-se as plântulas com régua graduada em milímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>. As massas aérea e radicular frescas foram obtidas em balança de precisão de 0,0001 g, sendo os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup>. Para obtenção da massa seca, a parte aérea e o sistema radicular das plântulas foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçada regulada à temperatura de 70 °C por 72 h.

Mediante a contaminação por fungos em algumas repetições, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Clínica Patológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, onde foi realizada a identificação dos patógenos.

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado constituído por 13 temperaturas. Os dados de porcentagem foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors, e por não ter sido verificada a normalidade, foram transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$ , contudo, nos resultados estão apresentadas as médias dos dados originais. A análise estatística foi efetuada pela análise de variância e em seguida pela comparação das médias dos tratamentos por meio do teste de agrupamento de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As sementes recém-colhidas de *Gallesia integrifolia* apresentaram teor de água em torno de 10,6%. A germinação ocorreu na faixa de temperatura entre 12,5 e 40 °C, e não ocorreu na temperatura 10 °C. Indicando que as

temperaturas cardinais de *G. integrifolia* estão próximas de 12,5 °C a mínima e 40 °C a máxima (Tabela 1). Estes resultados confirmam que espécies tropicais são euritéricas, ou seja, apresentam tolerância à uma ampla faixa de temperatura e estão de acordo com Vieira et al. (2007), Sokolowski e Takaki (2007), Matheus e Lopes (2009) e Lemes e Lopes (2012).

**Tabela 1.** Porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TM), entropia informacional de germinação ( $\bar{E}$ ), porcentagem de sementes deterioradas (DET) e de plântulas normais (PN) de *G. integrifolia* nas diferentes temperaturas (°C)

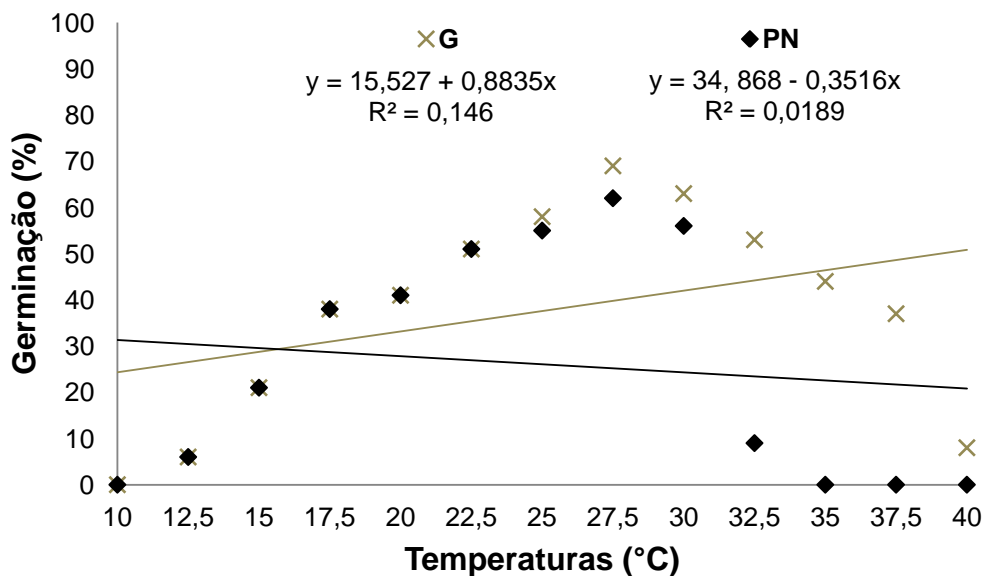
Temperatura	G (%)	IVG	TM (dias)	$\bar{E}$ (bits)	DET (%)	PN (%)
10,0	0 f	0,00 g	0 e	0,00 d	0 e	0 f
12,5	6 e	0,11 f	12 a	0,91 c	18 d	6 e
15,0	21 d	0,43 e	10 b	2,76 b	31 c	21 d
17,5	38 c	1,45 d	9 b	3,29 a	22 d	38 c
20,0	41 c	1,89 d	7 c	3,15 a	28 d	41 c
22,5	51 b	2,50 c	7 c	3,21 a	27 d	51 b
25,0	58 a	2,97 c	6 c	3,42 a	23 d	55 b
27,5	69 a	3,34 b	5 c	1,57 c	25 d	62 a
30,0	63 a	4,76 a	5 c	1,31 c	32 c	56 b
32,5	53 b	3,21 b	4 d	1,13 a	36 c	9 e
35,0	44 c	2,47 c	4 d	3,26 c	51 b	0 f
37,5	37 c	2,30 c	4 d	2,64 b	56 b	0 f
40,0	8 e	0,46 e	3 d	2,11 b	87 a	0 f
CV (%)	15,3	13,7	8,9	2,2	14,1	12,4

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade (CV = coeficiente de variação).

O amplo limite de tolerância definido neste estudo provavelmente explica porque a espécie possui distribuição natural em ambientes com características edafoclimáticas muito diferentes. A habilidade de germinar em temperaturas extremas é um caráter adaptativo que propicia alta capacidade de estabelecimento em campo (BEWLEY; BLACK, 1994), provavelmente este é o motivo pelo qual *G. integrifolia* é empregada com sucesso na recuperação de ecossistemas degradados (LORENZI, 2002; DEMUNER et al., 2004; BARBOSA; PIZO, 2006).

Para sementes de *G. integrifolia* o intervalo de máxima germinabilidade ocorreu entre as temperaturas 25 °C e 30 °C, com médias variando entre 58% e 69% (Figura 1). Observa-se que nas temperaturas acima de 35 °C não

houve produção de plântulas normais, embora tenha ocorrido a protrusão da raiz primária (Tabela 1, Figura 1). Estes resultados permitem definir que 12,5 e 32,5 °C compreendem aos limites, mínimo e máximo, de temperatura para a germinação de sementes de *G. integrifolia*. Em sementes de *Ceiba speciosa* St. Hil. a maior porcentagem de germinação foi verificada nas temperaturas entre 15 e 30 °C (LEMES; LOPES, 2012). De acordo com Socolowski e Takaki (2007) a capacidade de germinar em temperaturas elevadas é uma característica que pode proporcionar altas porcentagens de recrutamento em ambientes florestais.



**Figura 01.** Porcentagem de germinação (G) e de plântulas normais (PN) de *G. integrifolia* em função de temperaturas para germinação.

De acordo com a porcentagem de germinação e de plântulas normais, foi possível definir que a temperatura ótima para as sementes é 27,5 °C, embora o maior valor médio para a velocidade de germinação tenha sido obtido a 30 °C, passando a reduzir acima desta temperatura (Tabela 1). Segundo Taiz e Zeiger (2009), dentro de determinado intervalo, a velocidade de germinação aumenta com a temperatura, passando a reduzir acima do limite máximo.

Na temperatura considerada ótima, a primeira evidência do processo germinativo, que teve início com a protrusão da raiz primária, ocorreu no 3º dia

após a semeadura, enquanto Silva e Oliveira (1997), estudando aspectos do comportamento germinativo das sementes da mesma espécie, observaram o início do processo a partir do 5º dia nas condições ideais. A temperatura ótima na faixa entre 22,5 e 30 °C corrobora com as informações de Garwood (1986), que cita que a temperatura ótima de germinação é semelhante à média de temperatura encontrada do local onde foram coletadas das sementes (INMET, 2012).

De acordo com os resultados obtidos para porcentagem de plântulas normais e tempo médio de germinação, sugere-se que a primeira contagem de germinação seja feita no 5º dia após a semeadura. A finalidade dessa contagem é remover plântulas que estão suficientemente desenvolvidas, a fim de facilitar as contagens subsequentes, e evitar que elas afetem o desenvolvimento de outras plântulas, especialmente no caso de sementes infeccionadas (BRASIL, 2009).

Brancaion et al. (2010) avaliando o efeito da temperatura na germinação de 276 espécies florestais, definiu a temperatura 25 °C como a mais adequada para o desenvolvimento dos testes de germinação em sementes provenientes do bioma da Mata Atlântica, e 30 °C para sementes do bioma Amazônia. Em sementes de *Segueira langsdorffi* Moq., outra espécie da família Phytolacaceae, a temperatura constante de 25 °C foi a que mais favoreceu a porcentagem de germinação e a velocidade da germinação (REGO et al., 2001). Em outras espécies florestais, a exemplo de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth (ALVES et al., 2002), e de *Heteropterys tomentosa* A. Juss. (HERNANDES et al., 2011), a temperatura 30 °C também mostrou-se adequada para condução dos testes de germinação e vigor das sementes.

Nas temperaturas sub e supra-ótimas, os valores obtidos para porcentagem de germinação foram significativamente menores. Foi possível observar que, além da redução na porcentagem de germinação, a faixa de temperaturas supra-ótima (32,5 a 40 °C) favoreceu a incidência de fungos e intensificou a deterioração das sementes, alcançando médias acima de 87% na temperatura 40 °C (Tabela 3). Matheus e Lopes (2009) também observaram sinais de deterioração nas sementes *Erythrina variegata* L. que permaneceram



na temperatura 40 °C. As altas temperaturas estão relacionadas à deterioração de sementes, pois promovem alterações na permeabilidade das membranas celulares, que permite a lixiviação de eletrólitos para o meio externo (MARINI et al., 2012).

Carvalho (1994) cita a presença de cumarina nos tecidos da casa de *G. integrifolia*. Segundo Rice (1984), a cumarina é um composto fenólico, de cheiro desagradável, inibidor natural da germinação e de outros processos fisiológicos. O cheiro extremamente forte de alho, observado principalmente nas temperaturas supra-ótimas, indica que estes compostos fenólicos de natureza alopática foram liberados pelos tecidos da semente em deterioração no meio de germinativo, contribuindo para a redução da capacidade germinativa das sementes.

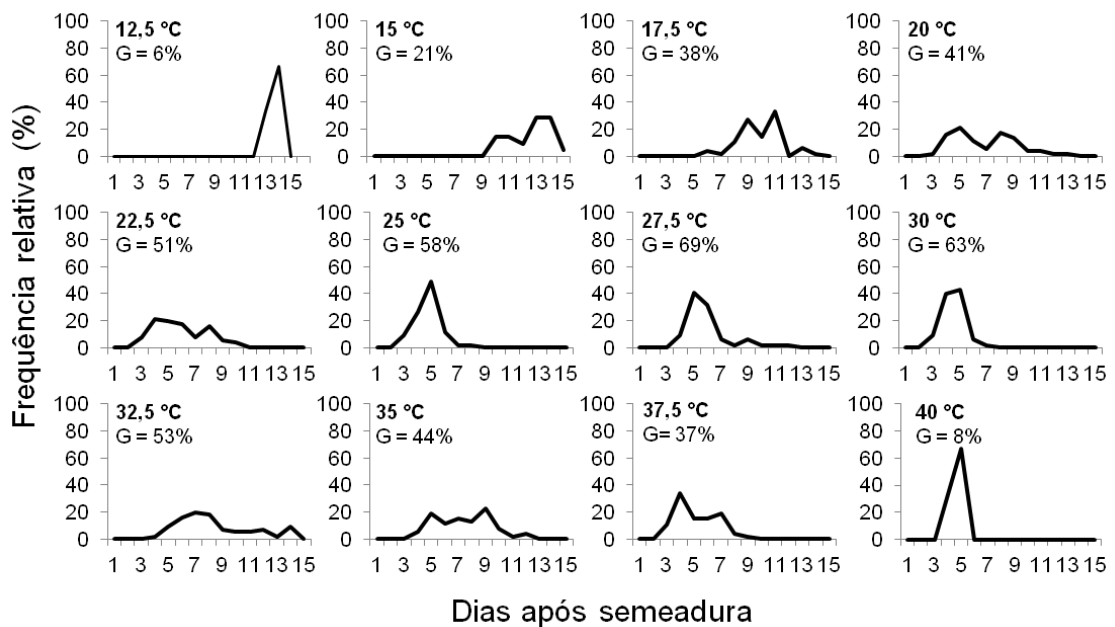
Um considerável número de sementes deterioradas também foi verificado na faixa de temperatura sub ótima (entre 15 e 22,5 °C), evidenciando que as temperaturas mais baixas não atuaram apenas bloqueando os processos metabólicos das sementes, mas também fazendo com que o substrato se mantivesse sempre úmido, formando uma película de água, que possivelmente restringiu a troca de gases da semente e induziu à deterioração. Na temperatura 10 °C, embora não tenha ocorrido germinação, a temperatura não foi letal para as sementes, uma vez que ao final do experimento apresentavam-se duras e sem sinais de deterioração, mesmo nas amostras em que houve o desenvolvimento de fungos.

Barros et al. (2005) constatou que as sementes de *G. integrifolia* apresentaram maior porcentagem e uniformidade de germinação nos substratos menos úmidos, característica que possivelmente esteja associada ao comportamento ecológico da espécie em condições naturais (RANAL; SANTANA, 2006).

Lopes et al. (2012), com objetivo que caracterizar morfológicamente as plântulas de *G. integrifolia*, comentaram que as sementes não germinaram em condições de laboratório devido a umidade do substrato, sendo necessário fazer a semeadura diretamente no substrato comercial, em viveiro, para condução do experimento. Estes resultados conflitam com a distribuição da

espécie, cujo habitat se estende até as áreas alagadas da Amazônia (MARCHIORETTO, 2012).

Na Figura 2 estão apresentadas as curvas de distribuição de frequência relativa da germinação, durante um período de 15 dias, em todas as temperaturas, à exceção de 10 °C, em que a germinação foi nula. Os polígonos de frequência relativos da germinação apresentaram tendência unimodal na faixa de temperatura ótima (25, 27,5 e 30 °C), evidenciado pelo deslocamento do pico de germinação para esquerda do gráfico, o que resultou em redução do tempo médio de germinação (Figuras 2 e 3).

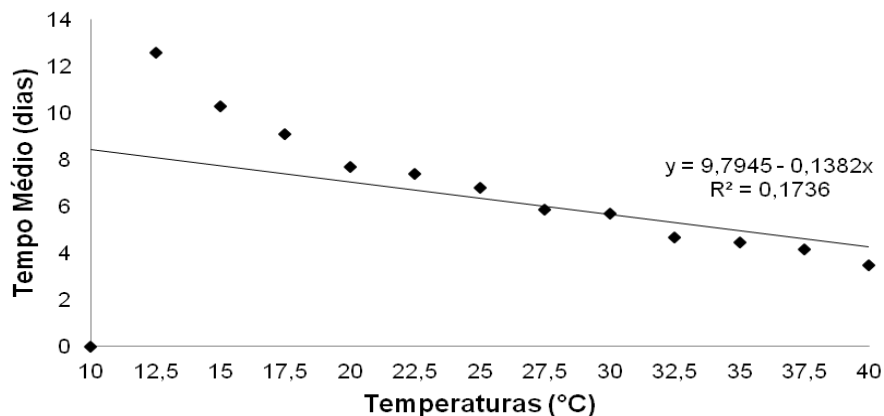


**Figura 2.** Distribuição das frequências relativas de germinação (%) de sementes de *G.integrifolia* nas diferentes temperaturas (G = porcentagem de germinação).

Nas demais temperaturas verificou-se que os polígonos foram polimodais na maioria dos tratamentos, evidenciando que, as sementes de *G. integrifolia* apresentam comportamento fisiologicamente heterogêneo quando expostas a temperaturas adversas. Segundo Ranal e Santana (2006), a dinâmica do processo germinativo, ou seja, o tempo, a velocidade, a homogeneidade e a sincronia, estão diretamente relacionados com o grau de

sucesso no recrutamento de plântulas no ambiente natural, uma vez que as plântulas apresentam maior chance de estabelecimento, quando a germinação é distribuída ao longo do tempo.

Os menores índices de sincronização do processo germinativo também foram observados próximos da temperatura ótima (25,0, 25,5 e 30 °C), confirmando a tendência unimodal nas distribuições isoternas nestas temperaturas. Acima e abaixo destas temperaturas os valores de entropia sobem significativamente. Germinação mais homogênea e sincronizada na faixa de temperatura ótima também foi constatada por Socolowskli e Takaki (2007) em sementes de *Tabebuia rósea* (Bertoloni) A. P. de Candolle.



**Figura 3.** Tempo médio (TM) de germinação de sementes de *G. integrifolia* em função de diferentes temperaturas.

Nas temperaturas 12,5 e 15 °C a germinação ocorreu tardiamente, e o pico de germinação que surgiu próximo aos últimos dias de incubação (12º dia), enquanto nas temperaturas elevadas, o pico de germinação ocorreu no início do tempo de incubação, até o 4º dia. (Figura 2 e 3). Comportamento similar foi observado em sementes de *Ceiba speciosa* (LEMES; LOPES, 2012).

Os resultados obtidos para tempo médio de germinação permitem inferir que, em condições adequadas, a germinação de sementes de *G. integrifolia* é rápida, característica de espécies cuja estratégia é se estabelecer

no ambiente, aproveitando as condições favoráveis no período da dispersão (WITTMANN et al., 2007).

As sementes de *G. integrifolia* apresentaram desempenho variável quanto ao comprimento, e ao acúmulo de massa seca nas diferentes temperaturas. Vale ressaltar que no final do período experimental (15<sup>o</sup> dia) as plântulas que se desenvolveram entre as temperaturas 20 e 30 °C apresentavam as estruturas essenciais plenamente desenvolvidas e cotilédones expandidos, enquanto as plântulas que foram submetidas às demais temperaturas, apresentaram parte aérea e sistema radicular atrofiados, provavelmente causados pela desorganização do processo germinativo (POPINIGIS, 1985; PIÑHA-RODRIGUES et al., 2004).

As médias de comprimento, e massa da parte aérea e do sistema radicular, fresca e seca, em função das temperaturas (Tabela 2), evidenciam que a temperatura máxima de 32,5 °C foi a mesma para manutenção do vigor da parte aérea e do sistema radicular das plântulas. Com relação à temperatura mínima, o desenvolvimento do sistema radicular iniciou na temperatura 12,5 °C, mas o desenvolvimento da parte aérea só foi possível de ser mensurado a partir da temperatura 17,5 °C. A temperatura ótima para o alongamento da parte aérea foi de 27,5 °C, enquanto para o sistema radicular as temperaturas 22,5, 25 e 27,5 °C foram estatisticamente superiores.

A avaliação da produção de massa de plântulas frescas e secas permite determinar com precisão o tratamento que favorece a transferência de reservas da semente para o eixo embrionário (PIÑHA-RODRIGUES et al., 2007), de tal forma que as amostras com maior massa são consideradas mais vigorosas (OLIVEIRA et al., 2009; KHAN et al., 2010; MILOSEVIC et al., 2010). A faixa de temperatura que favoreceu aumento significativo na produção de massa fresca e seca tanto da parte aérea como do sistema radicular foi entre 20 e 30 °C (Tabela 2).

**Tabela 2.** Comprimento (C), massa da parte aérea e do sistema radicular, fresca (MF) e seca (MS), de plântulas de *G. integrifolia* submetidas a diferentes temperaturas

Temperaturas (°C)	Parte Aérea			Sistema Radicular		
	C (cm)	MF (mg)	MS (mg)	C (cm)	MF	MS
10,0	0,0 f	0,0 g	0,0 e	0,0 f	0,0 h	0,0 e
12,5	0,0 f	0,0 g	0,0 e	1,1 e	29,3 f	0,5 d
15,0	0,0 f	0,0 g	0,0 e	1,0 e	49,2 e	10,1 c
17,5	2,6 e	101,9 e	16,4 c	5,0 b	211,1 d	19,4 b
20,0	3,7 d	121,5 d	18,9 b	5,2 b	398,5 c	21,0 a
22,5	4,3c	143,3 c	20,2b	6,0 a	430,1 b	30,9 a
25,0	5,0 b	168,1 b	25,6 a	5,6 a	450,0 a	38,2 a
27,5	6,2 a	195,6 a	26,9 a	5,8 a	409,1 c	35,3 a
30,0	5,4 b	187,5 a	20,8 b	3,8 c	249,9 d	33,5 b
32,5	3,5 d	18,1 f	2,2 d	2,6 d	15,2 g	2,4 d
35,0	0,0 f	0,0 g	0,0 e	0,0 f	0,0 h	0,0 e
37,5	0,0 f	0,0 g	0,0 e	0,0 f	0,0 h	0,0 e
40,0	0,0 f	0,0 g	0,0 e	0,0 f	0,0 h	0,0 e
CV (%)	16,4	14,3	19,7	19,2	19,1	15,2

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade (CV = coeficiente de variação).

Observou-se susceptibilidade ao ataque de fungos nas sementes de *G. integrifolia* em todas as temperaturas em que foram conduzidos os experimentos, inclusive a 10 °C. Aparentemente o desenvolvimento dos fungos não influenciou a germinação das sementes dentro do período avaliado, sendo assim, sugere-se que seja feita assepsia das sementes para realização de testes que forem conduzidos por período superior a 15 dias. Esses resultados provavelmente sugerem que a maioria dos fungos estava contaminando e não infectando as sementes, pois considera-se contaminação a associação do patógeno a um tecido sem atividade enzimática, superficial ou interno, e uma infecção, quando ocorre em um tecido interno, com atividade vital (MACHADO, 1988)

Foram identificados cinco diferentes gêneros de fungos associados às sementes de *G. integrifolia*, como: *Fusariaun sp.*, *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.*, *Curvularia sp.*, e um gênero que não pode ser identificado devido à falta de esporulação. Ferreira (1989), Santos et al. (2001), Nascimento et al. (2006), Botelho et al. (2008); Araújo et al. (2009) e Lazarotto et al. (2010) enfatizam que fungos destes gêneros são comumente identificados em sementes de

espécies florestais e representam um fator importante na germinação, pois podem ocasionar perdas através da deterioração, anormalidades e lesões em plântulas.

Apesar de ser considerado patógeno de solo (FERREIRA, 1989), foi observada ocorrência de *Fusariaun sp.* durante a germinação das sementes de *Gallesia integrifolia* provenientes de coleta realizada na copa da árvore matriz. Fato semelhante foi observado por Araújo et al. (2009) em sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. Geralmente a contaminação por *Fusarium sp.* ocorre durante a formação e maturação do fruto (DHINGRA, 1985). Fungos deste gênero estão frequentemente associados à gomose, principal moléstia que acomete a *Acacia mearnsii* De Wild., conhecida popularmente como acácia-negra (SANTOS et al., 2001).

O gêneros *Fusarium sp.* e *Alternaria sp.*, foram considerados potencialmente patogênicos para as sementes de *Ceiba speciosa* A. St.-Hil., incidido em 100% e 37% das amostras. Os sintomas causados por estes gêneros foram lesões nas raízes das plântulas, evoluindo para o colo e em seguida, causando tombamento. Dos 13 gêneros de fungos encontrados nas sementes de *C. speciosa*, foi constatado que somente *Fusarium sp.* e *Alternaria sp.* foram transmitidos via semente para a plântula (LAZAROTTO et al., 2010).

Segundo Christensen (1973) e Wetzel (1987), a incidência do gênero *Aspergillus sp.* aumenta com o período de pós-colheita, indicando que tratam-se de fungos de armazenamento. Este fungo é responsável pela perda da viabilidade das sementes, pois se localizam preferencialmente no embrião (DHINGRA, 1985). Nascimento et al. (2006) constataram predominância do *Aspergillus sp.* associados a 27% das sementes de *Pterogyne nitens* Tull., e alertam sobre a necessidade de estudos mais aprofundados sobre sanidade de sementes florestais nativas.

Os fungos do gênero *Curvularia sp.* são considerados de campo (FERREIRA, 1989) e foram praticamente erradicados das sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley após assepsia, evidenciando que estes fungos estavam

sendo transportados apenas pelos tecidos externos das sementes (BOTELHO et al., 2008).

#### 4. CONCLUSÕES

As sementes de *Gallesia integrifolia* são classificadas como euritérmicas, apresentando germinação em ampla faixa de temperatura;

Os limites de temperatura mínima e máxima para germinação das sementes de *G. integrifolia* são 12,5 e 40 °C, embora do desenvolvimento de plântulas ocorra entre as temperaturas 12,5 e 32,5 °C;

A temperatura ótima é 27,5 °C, sendo recomendada para o teste de germinação em laboratório;

A primeira contagem pode ser realizada no 5º dia e a germinação total, 15 dias após o início do teste;

Na temperatura 40 °C há letalidade para 87% das sementes de *G. integrifolia*, indicando que temperaturas acima de 40 °C são letais para sementes dessa espécie.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; PAULA, R. C.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; DINIZ, A. A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.

ARAÚJO, A. V.; SALES, N. L. P.; FERREIRA, I. C. P. V.; BRANDÃO-JUNIOR, D.; MARTINS, E. R. Germinação, vigor e sanidade de sementes de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) obtidas de frutos coletados no solo e na planta. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 2, p. 170-175, 2009.

AZEREDO, G. A.; MATOS, V. P.; LOPES, K. P.; SILVA, da A.; RODRIGUES, L. F. Viabilidade e vigor de sementes de acerola (*Malpighia puniceifolia*) submetidas à embebição sob diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 81-84, 2005.

AZEVEDO, S. K. S.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 185-194, 2006.

BARBOSA, K. C.; PIZO, M. A. Seed rain and seed limitation in a planted gallery forest in Brazil. **Restoration Ecology**. v. 14, p. 504-515, 2006.

BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. 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**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994, 445p.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993, p.83-136.

BOTELHO, L. S.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M. Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*): incidência, efeito na germinação e transmissão para as plântulas. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 343-348, 2008.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótimas de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15-021, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009, 399p.

BUSSMANN, R. W.; GLENN, A. Traditional Peruvian medicine for the treatment of respiratory disorders. **Revista Peruana de Biologia**, v. 17, n. 2, p. 331-346, 2010.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1994.

CHRISTENSEN, C. M. Loss of viability in storage microflora. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.3, p.547-562, 1973.

DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 17, p. 45-55, 2004.

DHINGRA, O. D.; MUCHOVEJ, J. J.; CRUZ FILHO, J. **Tratamento de sementes: controle de patógenos**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1980. 121p.



FERREIRA, F. A. **Patologia florestal**: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989, 570p.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M.D (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: Unesco. 1996, p. 59-129.

HERNANDES, F. M. P.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Germinação de sementes de *Heteropteris tomentosa* A. Juss. Sob diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 617-621, 2011.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Estação Meteorológica automática de Ecologia Agrícola, Seropédica, RJ, 2012.

KHAN, A. Z.; SHAH, P; MOHD, F.; KHAN, H. PERVEEN, A. S.; NIGAR, S.; KHALIL, S. K.; ZUBAIR, M. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in wheat. **Pakistan Journal of Botany**. v. 42, n. 5, p. 3147-3155, 2010.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983, 173p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, B. F. M.; SANTOS do, F. A. Detecção, transmissão patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). **Summa phytopathol.** v. 36, n. 2, 2010.

LEMES, E. Q.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Paineira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 179-186, 2012.

LIMA-JUNIOR, M. J. V. **Manual de Procedimentos para Análise de Sementes Florestais**. Manaus: UFAM, 2010. 146 p.

LOPES, A.; ROSA-OSMAN, S. M.; PIEDADE, M. T. F. Caracterização morfológica das plântulas de cinco espécies arbóreas da floresta estacional semidecidual, **Brasil Florestal**, v. 42, n. 1, p. 105-114, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1, 2002, 352p.

MACHADO, J. da C. **Tratamento de sementes**: fundamentos e aplicações. Brasília: MEC-ESAL-FAEPE, 1988, 106p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-77, 1962.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989, 418p.

MARCHIORETTO, M. S. 2012. Phytolaccaceae. In. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB012578>

MARCONDES, M. M.; FERREIRA, S. G. M.; SCISLOSKI, S. F.; MATEUS, M. A. F.; FARIA, C. M. D. R. Efeito de diferentes concentrações de hidrolatos da eclosão de juvenis de *Meloidogyne* sp.. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p.266, 2011.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq., 2005, 495p.

MARINI, P.; MORAES, C. L.; MARINI, N.; MORAES, D. M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 43, p. 722-730, 2012.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 115-122, 2009.

MENDES, C. R.; MORAES, D. M.; LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F. Respiratory activity for the differentiation of vigor on soybean seeds lots. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 02, p. 171-176, 2009.

NASCIMENTO, W. M. O.; CRUZ, E. D.; MORAES, M. H. D.; MENTES, J. O. M. Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 149-153, 2006.

NOGUEIRA, A., MARTINEZ, C. A.; FERREIRA, L. L.; PRADO, C. H. B. A. Photosynthesis and water use efficiency in twenty tropical tree species os differing succession status in a Brazilian reforestation. **Photosynthetica**, v. 42, n. 3, p. 351-356, 2004.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, v. 2, n. 4, 2009.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FILGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.283-297.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; LELES, P. S. dos S. BREIER, T. B. **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**, Seropédica, EDUR/UFRJ, 2007, p.11-34.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985, 285p.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. de. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006.

RÊGO, G. M.; LIMA, R. M. B.; POSSAMAI, E. Efeito do substrato e da temperatura sobre a germinação e vigor das sementes de pau-de-alho (*Seguieria langsdorffii* Moq.) - Phytolaccaceae, em laboratório. **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p.256, 2001.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2ed. New York: Academic Press, 1984, 422p.

SANTOS, A. F. S.; MEDEIROS, A. C. S.; SANTANA, D. L. Q. Fungos associados às diferentes sementes de espécies arbóreas da Mata Atlântica. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 42, p. 57-70, 2001.

SILVA, E. R.; OLIVEIRA, L. M. Q. Aspectos do comportamento germinativo das sementes de pau-d'álho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms - Phytolaccaceae. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.7, n.1/2, p.234, 1997.

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don - Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 05, p. 785-792, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 819p.

VIEIRA, D. C. M.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAI, M. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 183-188, 2007.

WETZEL, M. M. V. da S. Fungos do armazenamento. In: Soave, J. EWetzel, M.M.V.S. (Ed.). **Patologia de Sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, p.260-274.

WITTMANN, A. O.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHONGART, J.; PAROLIN, P. Patterns of structure and seedling diversity along a flooding and sucessional gradient in Amazonian floodplain forest. **Pesquisa Botânica**, n. 58, p. 119-138, 2007.

## CONCLUSÕES GERAIS

O fruto de *Gallesia integrifolia*, classificado como sâmara, é indeiscente e possui coloração parda. Possui ala apical cristada. O pericarpo é rugoso, coreáceo, glabro e fosco. A semente é circular e comprimida lateralmente. O hilo é puntiforme e está localizado na base da semente. O tegumento externo é castanho, liso e papiráceo. O embrião é filiforme, curvo, periférico e amarelado. O tecido de reserva da semente é o perisperma. A protrusão da raiz primária ocorre após três dias e a germinação é epigea e fanerocotiledonar. A plântula normal no 15º dia possui raiz primária pivotante e dotada de pelos absorventes. O hipocótilo é liso, verde e alongado. O cotilédone é verde, foliáceo, cordiforme, glabro, oposto e peciolado.

Sementes de *G. integrifolia* com 10,6% de umidade apresentaram massa de 1000 sementes de 43,4 g e 23040 sementes  $\text{kg}^{-1}$ . A pureza física do lote é de 69,4%.

A absorção de água segue o padrão trifásico. A fase I tem duração de aproximadamente duas horas; a fase II se prolongou até as 48 horas, e o início da fase III (protrusão da raiz primária) ocorre após 72 h.

As sementes intactas de *G. integrifolia* apresentam em sua composição química teor de açúcares solúveis totais de 4,55% (MS) e de lipídeos de 3,1% (MS). Com a embebição até 10 horas há redução de açúcares solúveis totais e aumento até 120 horas de embebição. O conteúdo de lipídeos reduz até 48 horas e aumenta a partir de 120 horas.

As combinações entre os substratos Plantmax® e rolo de papel e as temperaturas 25 e 30 °C são as condições recomendadas para a condução dos testes de germinação e de vigor em sementes de *Gallesia integrifolia*.

As sementes de *Gallesia integrifolia* são classificadas como euritérmicas, apresentando germinação em ampla faixa de temperatura;

Os limites de temperatura mínima e máxima para germinação das sementes de *G. integrifolia* são 12,5 e 40 °C, embora do desenvolvimento de plântulas ocorra entre as temperaturas 12,5 e 32,5 °C;

A temperatura ótima é 27,5 °C, sendo recomendada para o teste de germinação em laboratório. Nesta temperatura, a primeira contagem pode ser realizada no 5º dia e a germinação total, 15 dias após o início do teste;

Na temperatura 40 °C há letalidade para 87% das sementes de *G. integrifolia*. Temperaturas acima de 40 °C são letais para sementes de *G. integrifolia*.