

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA**

**COMPORTAMENTO GERMINATIVO DAS SEMENTES
DE *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil.
(CARICACEAE)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Marina Pissatto

Santa Maria, RS, Brasil.

2015

COMPORTAMENTO GERMINATIVO DAS SEMENTES DE
***Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. (CARICACEAE)**

Marina Pissatto

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agrobiologia

Orientadora: Profa. Juçara Terezinha Paranhos

Santa Maria, RS, Brasil.

2015

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-graduação em Agrobiologia**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Dissertação de Mestrado**

**COMPORTAMENTO GERMINATIVO DAS SEMENTES DE
Vasconcellea quercifolia A. St.-Hil. (CARICACEAE)**

elaborada por
Marina Pissatto

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agrobiologia

COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof^a. Dr^a. Juçara Terezinha Paranhos – UFSM
(Presidente/Orientadora)**

Cleber Witt Saldanha, Dr. – FEPAGRO

Prof^a. Dr^a. Hilda Hildebrand Soriani – CESNORS - UFSM

Santa Maria, 22 de maio de 2015.

Agradecimentos

À minha querida mãe Ilda, pelos valores e exemplo de mulher forte e determinada, essenciais para minha formação, e por sempre ter incentivado e apoiado meus estudos.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós Graduação em Agrobiologia pela minha formação acadêmica e oportunidades concedidas.

À CAPES pelo incentivo financeiro através da bolsa de estudos.

À orientadora desta pesquisa professora Dra. Juçara Terezinha Paranhos, primeiramente pela confiança e oportunidade a mim concedidas, e por todos os ensinamentos, dedicação, incentivo, presença e orientação em todas as etapas desta pesquisa.

À professora Dra. Hilda Hildebrandt por todas as contribuições, sugestões e auxílio nas análises estatísticas.

Ao professor Renato Záchia, pela sugestão da espécie *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. como objeto de pesquisa, por compartilhar seu conhecimento, bem como seus questionamentos sobre a ecologia da espécie, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, Simone Lucho, Denilso Santos, Carmen de Mattos, Marcelo Vielmo Afonso e Pâmela Aguirre por toda a ajuda e apoio na execução dos experimentos e análise de dados.

A todos os colegas do PPG Agrobiologia, pela troca de conhecimento, pela união, parceria e amizade.

Ao meu amor Jeremias, por toda ajuda nas coletas, discussões sobre a espécie, e por todas as contribuições na execução desta pesquisa, e ainda por todo o apoio e incentivo e por me ensinar a experimentação da natureza cotidiana.

Ao Tiago, Sílvio e Mônica pelo acolhimento na Chácara das Pedras, pela força e energia positiva que me passaram durante este período. E especialmente à irmã Mônica pela companhia nos longos dias de estudo, tornando-os mais leves e produtivos e por todos os auxílios na execução deste trabalho!

À Bárbara Reichert, Milena de Oliveira e Estefânia Venturini, pela amizade e cumplicidade da convivência diária, durante boa parte desta etapa.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia
Universidade Federal de Santa Maria

COMPORTAMENTO GERMINATIVO DAS SEMENTES DE *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. (CARICACEAE)

AUTORA: MARINA PISSATTO

ORIENTADORA: JUÇARA TEREZINHA PARANHOS

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 22 de maio de 2015

Vasconcellea quercifolia A. St.-Hil. (Caricaceae) é uma espécie nativa do Rio Grande do Sul, popularmente conhecida como jaracatiá ou mamãozinho do mato e tradicionalmente utilizada na elaboração de doces. Seus frutos podem ser consumidos *in natura* ou processados. Além disso, é indicada para restauração de áreas degradadas e tem potencial econômico, através da extração da enzima papaína, amplamente utilizada nas indústrias alimentícia e farmacêutica. Apesar de sua importância, são escassos estudos básicos referentes à reprodução sexuada da espécie. Este trabalho teve o objetivo de estudar a germinação das sementes e emergência de plântulas. Para isso, frutos maduros foram coletados a partir de indivíduos crescendo naturalmente nos distritos de Boca do Monte e Pains, Santa Maria, RS e as sementes utilizadas para seis experimentos de germinação. Foram avaliados diferentes substratos (areia, papel e vermiculita) e diferentes formas de sementeiras (sobre ou entre); ausência ou presença de luz (fotoperíodo de 16 horas), combinadas com temperaturas constantes (20, 25 e 30°C) e alternada (20-30°C); influência das épocas de coleta dos frutos (fevereiro, março, abril e maio de 2014); armazenamento dos frutos em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana ou não (frutos frescos), associado a tratamentos pré-germinativos nas sementes; frutos armazenados em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e subsequente armazenamento ou não das sementes nas mesmas condições, as quais foram submetidas ou não a tratamentos pré-germinativos; armazenamento das sementes em diferentes temperaturas (10 ou 25°C) e períodos de tempo (30, 60, 90, 120 e 150 dias). Em sementes armazenadas por 150 dias foi realizado teste de tetrazólio e teste de germinação testando-se sementeiras sobre e entre vermiculita e tratamentos pré-germinativos. Em casa de vegetação, a emergência de plântulas foi estudada após secagem ou não das sementes à temperatura ambiente por 72 horas e a remoção ou não da mucilagem que reveste o tegumento das mesmas. A sementeira sobre vermiculita foi a mais adequada à germinação das sementes. As temperaturas de 25°C e 20-30 °C associadas à presença de luz (fotoperíodo de 16 horas) e ausência total de luz, respectivamente, propiciaram os melhores resultados de germinação das sementes, que comportaram-se como fotoblásticas positivas preferenciais nas temperaturas constantes e fotoblásticas neutras em temperatura alternada. A germinação das sementes submetidas às temperaturas constantes e ausência de luz, foi praticamente nula. Sementes coletadas no mês de fevereiro mostraram maior potencial germinativo. Sementes retiradas de frutos frescos e embebidas em água por 24 horas e retiradas de frutos armazenados em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e tratadas com GA₃ apresentaram as maiores porcentagens de germinação. O armazenamento das sementes em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana não favoreceu a germinação e o armazenamento das mesmas por diferentes períodos e temperaturas causou redução no potencial germinativo. Entretanto, após 150 dias de armazenamento, o teste de tetrazólio indicou que as sementes estavam viáveis, o que se confirmou no teste de germinação realizado com sementes do mesmo lote e tratadas com GA₃, as quais apresentaram alto potencial germinativo, demonstrando seu comportamento ortodoxo por períodos de armazenamento até cinco meses. Em casa de vegetação, houve altas taxas de emergência de plântulas em todos os tratamentos, além desta apresentar-se rápida e uniforme.

Palavras chave: Mamãozinho do mato. Fotoblastismo. Temperatura. Substratos. Formas de sementeira. Reguladores de crescimento. Quebra de dormência.

ABSTRACT

Master degree dissertation
Post-Graduation Course in Agrobiolology
Federal University of Santa Maria

GERMINATION BEHAVIOR OF THE SEEDS OF *Vasconcellea quercifolia* A. St. - Hil. (CARICACEAE)

AUTHOR: MARINA PISSATTO

ADVISOR: JUÇARA TEREZINHA PARANHOS

Date and place of defense: Santa Maria, RS, 22th, maio.

Vasconcellea quercifolia A. St.-Hil. (Caricaceae) is a native species of Rio Grande do Sul, popularly known as *jaracatiá* or *mamãozinho do mato*, and traditionally used in the preparation of sweets. Its fruits can be eaten raw or processed. Moreover, it is indicated for restoration of degraded areas and has economic potential, through the extraction of the enzyme papain, widely used in food and pharmaceutical industries. Despite its importance, there are few basic studies about the sexual reproduction of the species. This work aimed to study seed germination and seedling emergence. To do this, ripe fruits were collected from individuals growing naturally in the districts of Boca do Monte and Pains, Santa Maria, RS and the seeds were used for six germination experiments. We evaluated different substrates (sand, paper and vermiculite) and different forms of sowing (on or between); absence or presence of light (16 hour photoperiod), combined with constant temperatures (20, 25 and 30°C) and alternating (20-30 ° C); influence of time of collecting fruits (February, March, April and May 2014); storing fruits in a refrigerator at 10 ± 1 ° C for a week or not (fresh fruit), associated with pre-germination treatments in seeds; fruits stored in a refrigerator at 10 ± 1°C and subsequent storage or no seeds under the same conditions, which were submitted or not to pre-germination treatments; seed storage at different temperatures (10 or 25 ° C) and periods of time (30, 60, 90, 120 and 150 days). In seeds stored for 150 days was carried out tetrazolium test and germination test by testing on sowing and in vermiculite and pre-germination treatments. In the greenhouse, seedling emergence was studied after drying or no seeds at room temperature for 72 hours and the removal or not of mucilage that covers the seed coat of the same. Sowing on vermiculite was the most suitable for seed germination. The temperature of 25°C and 20-30°C associated with the presence of light (16 hour photoperiod) and total absence of light, respectively, have provided the best results of seed germination, which behaved as preferred positive photoblastic at constant temperatures and photoblastic neutral alternating temperature. Seed germination both at constant and absence of light, was practically nil. Seeds collected in February showed greater germination potential. Withdrawals of fresh fruit and seeds soaked in water for 24 hours and withdrawals of fruit stored in a refrigerator at 10 ± 1 ° C and treated with GA₃ had the highest germination percentages. Storing seeds in refrigerator at 10 ± 1 ° C for a week did not favor the germination and storage of the same for different periods and temperatures caused reduced germination potential. However, after 150 days of storage, the tetrazolium test indicated that the seeds were viable, which was confirmed in the germination test conducted with seeds from the same batch and treated with GA₃, which had high germination potential, demonstrating its orthodox behavior storage periods of up to five months. In the greenhouse, there were increases of seedling emergence rates in all treatments, beyond this present rapidly and uniformly.

Keywords: Mamãozinho do mato. Photoblastism. Temperature. Substrates. Forms of sowing. Growth regulators. Breaking of the seed dormancy.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil., crescendo naturalmente no Distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS. A: Indivíduo masculino; B: Indivíduo feminino; C: Detalhe da inflorescência masculina; D: Detalhe da inflorescência feminina. Fonte: Marina Pissatto.....20
- Figura 2 - *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. A: Detalhe dos frutos verdes em indivíduo crescendo naturalmente na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS; B: Detalhe dos frutos maduros em indivíduo crescendo naturalmente no Distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS; C: Detalhe do tamanho dos frutos maduros coletados em março de 2014, em indivíduo crescendo naturalmente no Distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS; D: Frutos maduros coletados em fevereiro de 2014, em indivíduo crescendo naturalmente no Distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS.....21
- Figura 3 – Sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. coletadas em fevereiro de 2014, em indivíduo crescendo naturalmente no distrito de Pains, Santa Maria, RS. A: Sementes envoltas pela polpa dos frutos e pela camada mucilaginosa, B: Sementes após a retirada da polpa e da camada mucilaginosa, C: Detalhe de semente envolta pela camada mucilaginosa, D: Detalhe de semente, após retirada da camada mucilaginosa.....35
- Figura 4 – Frutos maduros de *Vasconcellea quercifolia* A. St.- Hil., coletados em março de 2014 no distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS.....37
- Figura 5- A: Semente de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil.; B: Corte longitudinal da semente; C: Embrião, circundado pelo endosperma da semente.....41
- Figura 6 - Germinação de sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. testando-se duas formas de semeadura em diferentes substratos (areia, vermiculita e papel filtro). Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. Letras diferentes indicam diferença significativa entre as coletas ($P \leq 0.05$). Os dados representam a média \pm S.D de seis repetições.....45
- Figura 7 - Velocidade de germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. em duas formas de semeadura, utilizando diferentes substratos, sendo T1: sobre vermiculita; T2: sobre areia; T3: entre areia; T4: entre papel filtro. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014.....46
- Figura 8 -Germinação de sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. coletadas em fevereiro de 2014 em indivíduo crescendo naturalmente no distrito de Boca do Monte, Santa Maria RS, em diferentes formas de

- semeadura e substratos. A: sementes germinadas sobre areia, 20 dias após a semeadura. B: semente germinada sobre vermiculita, aos 20 dias. C: semente germinada entre papel filtro, aos 28 dias.....47
- Figura 9- Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014.*Médias seguidas de letras maiúsculas indicam comparação entre temperatura dentro do mesmo regime de luz, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre regimes de luminosidade dentro da mesma temperatura ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de seis repetições.....49
- Figura 10 - Velocidade de germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St. -Hil. submetidas a diferentes regimes de luz e temperatura. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria - RS, 2014.....50
- Figura 11 - Fases da germinação de sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St. – Hil. submetidas a regime de luz e temperatura de 25°C. A: Semente túrgida, após três dias da semeadura; B: Início do rompimento dos tegumentos da semente, aos seis dias após a semeadura (d.a.s.); C Semente aberta, com exposição do endosperma, aos oito dias d.a.s.; D: Início da emissão da radícula 10 d.a.s.; E: Crescimento da radícula, aos 15 d.a.s.; F: Emissão dos cotilédones 20 d.a.s.....52
- Figura 12- Plântula de *Vasconcellea quercifolia* A. St. –Hil., 20 dias após a semeadura (d.a.s.), em regime de luz, com fotoperíodo de 16 horas sob intensidade luminosa de $36 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e temperatura de 25°C.....52
- Figura 13- Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil., testando-se quatro épocas de coleta dos frutos. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado, Santa Maria, 2014. Letras diferentes indicam diferença significativa entre as coletas ($P \leq 0,05$). Os dados foram apresentados como média \pm SD de seis repetições.....54
- Figura 14 - Velocidade de germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. coletadas em diferentes épocas. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado, Santa Maria, 2014.....55
- Figura 15- Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil., retiradas de frutos armazenados ou não em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$, por sete dias. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. Controle: sementes imediatamente inoculadas; Água: Imersão das sementes em água destilada por 24 horas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$; GA: Imersão das sementes em ácido giberélico (GA_3) na concentração de 125 mg L^{-1} por

24 horas; E: Esfriamento das sementes (armazenamento em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$, por sete dias). *Médias seguidas de letras maiúsculas indica comparação entre armazenamento de frutos, dentro do mesmo tipo de tratamento germinativo, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre tratamentos pré-germinativos dentro do mesmo armazenamento de frutos. ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de seis repetições.....58.

Figura 16- Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. retiradas de frutos armazenados por sete dias em refrigerador a $\pm 10^\circ\text{C}$. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. SA: sementes armazenadas por sete dias a $10 \pm 1^\circ\text{C}$; SNA: Sementes não armazenadas. *Médias seguidas de letras maiúsculas indica comparação entre armazenamento de sementes, dentro do mesmo tipo de tratamento germinativo, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre tratamentos pré-germinativos dentro do mesmo armazenamento de sementes ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm SD de seis repetições.....61

Figura 17 - Germinação das sementes de *V. quercifolia* A. St.-Hil., retiradas de frutos armazenados por sete dias em refrigerador a $\pm 10^\circ\text{C}$. A: Detalhe da abertura do tegumento, exposição do endosperma e surgimento do hipocótilo e raiz primária; B: Detalhe do surgimento das raízes secundárias.....61

Figura 18 - Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. após diferentes períodos de armazenamento em duas temperaturas. Cada tratamento teve seis repetições e 150 sementes por tratamento, em delineamento inteiramente casualizado, Santa Maria-RS, 2014. Controle: sementes não armazenadas. *Médias seguidas de letras maiúsculas indica comparação entre temperaturas de armazenamento, dentro de cada período de armazenamento, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre períodos de armazenamento dentro da mesma temperatura de armazenamento ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de seis repetições.....64

Figura 19 - Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. armazenadas por 150 dias à temperatura de 25°C semeadas entre e sobre vermiculita, após diferentes tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cada tratamento teve quatro repetições de 25 sementes cada, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. Os tratamentos pré-germinativos foram aplicados por 24 horas, sendo: Controle: sementes armazenadas por 150 dias, semeadas sobre vermiculita, sem passar por tratamento pré-germinativo; Água TA - Imersão em água à temperatura ambiente; Água Q - Imersão em água a 80°C ; GA 125 - Imersão em ácido giberélico a 125mg L^{-1} ; GA 250: Imersão em ácido giberélico a 250mg L^{-1} *Médias seguidas de letras maiúsculas indica comparação entre tratamentos pré-germinativos, dentro de cada tipo de semeadura, enquanto que letras

minúsculas indicam comparação entre tipos de sementeira, dentro do mesmo tratamento pré-germinativo ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de quatro repetições.....67

Figura 20 - Viabilidade das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. em três soluções de tetrazólio e percentagem de germinação das sementes, onde, TZ: solução de tetrazólio; 0,075; 0,15 e 0,3: percentagem da solução de tetrazólio; e TG: maior percentual de germinação das sementes observadas quando as mesmas foram mantidas por 24 horas em ácido giberélico a 250mg L^{-1} . Cada tratamento teve quatro repetições de 25 sementes cada, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de quatro repetições.....70

Figura 21 – Detalhes de embriões obtidos de sementes de *V. quercifolia* A. St.-Hil antes e após a imersão em solução de tetrazólio a 0,15% por 16 horas a 25°C . A: Embrião de semente de *V. quercifolia* A. St.-Hil., após pré-embrição em água por 24 horas; B, C: Aspecto de embriões não viáveis, após imersão em solução de tetrazólio; D,E,F: Aspecto de embriões viáveis, após imersão em solução de tetrazólio.....71

Figura 22 - Emergência de plântulas de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. obtidas a partir da germinação das sementes. ≤Cada tratamento teve três repetições de 128 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria - RS, 2014. *Médias seguidas de letras maiúsculas indicam comparação entre o tratamento de remoção de mucilagem (ou não) dentro do tratamento de secagem, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre o tratamento de secagem dentro do tratamento remoção (ou não) de mucilagem ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D. de três repetições.....73

Figura 23 - Velocidade de emergência de plântulas de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil, obtidas a partir da germinação das sementes, após tratamento de secagem (ou não) e remoção da mucilagem (ou não) das sementes. Sendo: T1: remoção da mucilagem e secagem à temperatura ambiente por 72 horas; T2: remoção da mucilagem e sementes sem secagem; T3: não remoção da mucilagem e secagem à temperatura ambiente por 72 horas; T4: não remoção da mucilagem e sementes sem secagem. Cada tratamento teve três repetições de 128 sementes, em delineamento inteiramente casualizado, Santa Maria, RS, 2014.....74

Figura 24 - Detalhes da emergência de plântulas de *Vasconcellea quercifolia* A.St.-Hil. obtidas a partir da germinação das sementes, as quais foram semeadas imediatamente após a retirada da mucilagem. A: Surgimento do hipocótilo, 11 dias após a sementeira (d.a.s); B: Elevação dos cotilédones acima da superfície do solo, com o tegumento da semente envolvendo-os, 12 d.a.s; C: Germinação epigea completa, logo após queda do tegumento da semente, 12 d.a.s; D: Detalhe de plântula emergida, 13 d.a.s.; E: Plântulas emergidas, 16 d.a.s.; F: Surgimento do

primeiro par de eófilos, 17 d.a.s.; G: Crescimento do primeiro eófilo 22 d.a.s. ;H: Crescimento e desenvolvimento do primeiro eófilo e crescimento inicial do segundo eófilo, 28 d.a.s; I: Crescimento e desenvolvimento do segundo eófilo, 34 d.a.s; J: Crescimento e desenvolvimento do terceiro eófilo e queda do primeiro cotilédone, 40 d.a.s.....76

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Família Caricaceae e Gênero <i>Vasconcellea</i>.....	16
2.2 <i>Vasconcellea quercifolia</i> A. St.-Hil.	18
2.3 Germinação de sementes.....	22
2.3.1 Fatores que influenciam a germinação de sementes.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Local e Material Botânico.....	34
3.2 Experimentos com germinação das sementes.....	34
3.2.1 Preparo das sementes e do material.....	34
3.2.2 Experimentos.....	36
3.2.3 Avaliações.....	41
3.3 Emergência de plântulas em casa de vegetação.....	42
3.4 Análise estatística.....	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
4.1 Experimentos com germinação das sementes.....	44
4.2 Emergência de plântulas em casa de vegetação.....	71
5 CONCLUSÕES.....	77
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

As sementes são estruturas biológicas complexas que simbolizam a continuidade e a diversidade das espécies vegetais. Estas são responsáveis pela reprodução de pelo menos 70% das espécies descritas pelo homem, e garantir sua sobrevivência constitui a razão fundamental de sua existência. Além disso, a recombinação sexual resulta em uma ampla diversidade genética, que culmina em variações fenotípicas e fisiológicas. (MARCOS FILHO, 2005), sendo o Brasil o país que possui uma das maiores diversidades vegetais do planeta, com cerca de 22% do total mundial (PEREIRA, 2007).

Dentre toda esta diversidade vegetal, destaca-se a ocorrência de *Vasconcellea quercifolia* A. St. Hil. (Caricaceae), espécie nativa do Brasil, popularmente conhecida como jaracatiá, mamoeiro do mato ou mamãozinho do mato (LORENZI, 2008), que desempenha importante função ecológica através da alimentação da fauna silvestre e da restauração de áreas degradadas (MARCHIORI, 2000; LORENZI, 2008). Além disso, também tem potencial para uso na alimentação humana, seus frutos possuem polpa saborosa, podendo ser consumidos *in natura* ou processados e o parênquima medular é utilizado na fabricação de um doce, tradicionalmente conhecido por doce de jaracatiá. Desta planta, ainda pode ser extraída a enzima papaína, utilizada amplamente nas indústrias farmacêutica e alimentícia (KINUPP, 2007).

Segundo Lorenzi (2008), *V. quercifolia* produz anualmente quantidades moderadas de sementes viáveis. Para obtê-las, os frutos devem ser colhidos quando iniciarem a queda espontânea e em seguida, as sementes devem ser retiradas dos mesmos, lavadas em água corrente, e então secas à sombra, evitando a desidratação. Kinupp (2007), pesquisando a germinação e emergência de plântulas da espécie, constatou alta porcentagem de emergência de plântulas (76%), mas de forma desuniforme. Apesar da importância ecológica e potencial como planta alimentícia, são escassos os estudos básicos referentes à multiplicação da espécie, bem como dos fatores que influenciam a germinação das sementes.

Dentro do ciclo de vida das plantas com sementes, o processo germinativo, a sobrevivência e o desenvolvimento das plântulas são eventos cruciais para a

manutenção das populações (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). A germinação das sementes é descrita por Taiz e Zeiger (2011) como a retomada do crescimento do embrião em sementes maduras, a qual dependerá de condições ambientais favoráveis, de acordo com a exigência de cada espécie. Conforme Popinigis (1985), o processo germinativo inicia com a embebição e aumento da respiração, fatores que estimulam a síntese de enzimas e ativa as pré-existentes, resultando na mobilização e transporte de reservas, assimilação metabólica, crescimento e diferenciação dos tecidos, finalizando com a digestão da parede celular, que enfraquece e permite o rompimento do tegumento pela raiz primária.

A capacidade e a velocidade de germinação das sementes maduras são influenciadas por uma série de fatores, que atuam por si, ou em interação. Estes podem ser extrínsecos, como luz, temperatura, umidade, produtos químicos, gases, substratos; e intrínsecos como morfologia, viabilidade do embrião, substâncias promotoras e/ou inibidoras da germinação, grau de maturidade do embrião (CARDOSO, 2004). Entretanto, uma semente viável pode não germinar, mesmo que todas as condições ambientais, ou extrínsecas, sejam satisfeitas, isto caracteriza a dormência das sementes, que induz um retardo temporal na germinação e fornece um tempo adicional para a dispersão da semente, maximizando a sobrevivência das plântulas (TAIZ e ZEIGER, 2011).

Aspectos relacionados à secagem e ao beneficiamento de sementes, bem como o armazenamento de frutos e sementes também exercem influência sobre a germinação das mesmas, podendo favorecer ou não esta sequência de eventos fisiológicos. Conforme Carneiro e Aguiar (1993), as espécies arbóreas têm apresentado produção irregular de sementes, sendo abundante em determinados anos e escassa em outros, assim, o armazenamento é fundamental para garantir a demanda anual de sementes, pois possibilita o estoque para os anos de baixa produção.

Cada espécie vegetal apresenta respostas distintas, em função desta gama de fatores que influencia o processo germinativo. Considerando a escassez de informações e de estudos básicos relacionados ao comportamento germinativo de sementes de *V. quercifolia*, o objetivo geral deste trabalho foi estudar a germinação das sementes e emergência de plântulas desta espécie, avaliando-se a influência de diferentes substratos e formas de semeadura, condições de luminosidade e temperatura, épocas de coleta das sementes, armazenamentos de frutos e

sementes, aplicação de diferentes tratamentos pré-germinativos e uso de procedimentos de secagem e remoção da mucilagem das mesmas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Família Caricaceae e Gênero *Vasconcellea*

A família Caricaceae pertence às Angiospermas Eudicotiledôneas, ordem Brassicales. Atualmente é composta por seis gêneros: *Carica*, que é monoespecífico (*Carica papaya*); *Jarilla*, compreendendo três espécies; *Jacaratia*, apresentando sete espécies; *Cylicomorpha*, com duas espécies; *Horovytzia*, o gênero mais novo representado por uma única espécie e *Vasconcellea*, sendo este, o mais representativo da família por apresentar 21 espécies (BADILLO, 2000)

As caricáceas são plantas monóicas ou dióicas, raramente polígamas. Possuem tronco suculento, que se distinguem pela estrutura herbácea, podem ser inermes ou providos de acúleos, que exsuda abundante látex esbranquiçado. Devido a pouca resistência dos tecidos xilemáticos, esta família não produz madeira utilizável. Suas folhas são grandes, alternas e pecioladas, podendo ser lobadas ou digitadas. As flores são geralmente unissexuais, mas podem ser hermafroditas, dispostas em inflorescências axilares ou terminais. Os frutos são do tipo baga, possuem consistência carnosa e contém numerosas sementes de tegumento rugoso, envolto por uma camada de mucilagem. (MARCHIORI, 2000).

O principal centro de origem desta família botânica é o continente americano, sendo a América do Sul o local de maior distribuição geográfica, onde se encontram espécies dos gêneros *Carica*, *Jacaratia* e *Vasconcellea*. A grande maioria das espécies de *Vasconcellea* distribui-se na vertente oriental dos Andes, concentrando-se na Bacia Amazônica superior, sudeste da Bolívia, Venezuela, Peru e Equador, sendo este último considerado o centro de diversidade do gênero, devido à presença de 15 espécies em seu território (BADILLO, 1971; VAN DROOGENBROECK et al., 2004). No Brasil ocorrem apenas dois gêneros nativos, *Jacaratia* e *Vasconcellea*, além de um gênero exótico monoespecífico cultivado de grande importância econômica. No Rio Grande do Sul destaca-se a ocorrência de *Vasconcellea quercifolia*, com vasta, porém inexpressiva distribuição (LORENZI, 2008).

O gênero *Vasconcellea* foi descrito por A. St. Hilare em 1837, baseado na espécie *Vasconcellea quercifolia*, sendo mantido até 1889, quando se passou a considerar este táxon como uma seção do gênero *Carica*, persistindo até poucos anos atrás (BADILLO, 2000). Aradhya et al. (1999) trabalhando com DNA cloroplastidial de espécies de *Carica* mostraram que o gênero consiste de dois grupos marcadamente distintos, de um lado *Carica papaya* e do outro as demais espécies do gênero. De acordo com as informações obtidas pelos autores, e ainda baseando-se em caracteres morfológicos, Badillo (2000) promoveu a divisão de *Carica* em dois gêneros, reabilitando o gênero *Vasconcellea*.

A maioria das espécies de *Vasconcellea* tem importância alimentícia, e quando comparadas ao mamoeiro, possuem frutos menores, com sabor, textura e aroma diferenciados. Nos Andes, os frutos são consumidos frescos, ou usados na preparação de doces, sucos, conservas, molhos e recheios de tortas. Outras espécies de *Vasconcellea* (*V. microcarpa*, *V. monoica* e *V. pulchra*) são utilizadas tradicionalmente para produção de cozidos, utilizando-se para isto, as folhas das mesmas (ZERPA, 1980). Há ainda espécies cultivadas, por exemplo, *V. heilbornii* cv. babaco, que foi introduzida na Nova Zelândia, Austrália, Canadá, África do Sul e vários países europeus, onde é produzida em pequena escala comercial (SCHELDEMAN et al., 2007).

Algumas espécies silvestres pertencentes ao gênero *Vasconcellea*, tais como *V. quercifolia*, *V. cauliflora*, *V. cundinamarcensis* e *V. candicans* têm despertado interesse dos programas de melhoramento genético, pois apresentam resistência ao vírus da mancha anelar, causador de doença no mamoeiro (*Carica papaya*). Estas espécies também possuem outras características interessantes ao cultivo do mamoeiro, como resistência ao frio, textura de casca e firmeza de polpa (MAGDALITA et al., 1988).

As plantas do gênero *Vasconcellea*, bem como *Carica papaya* são ricas em papaína, uma enzima proteolítica alcalóide muito utilizada nas indústrias farmacêuticas e alimentícias. Esta é usada em testes com imunoglobulinas, e atua como um potente digestivo de material protéico necrosado. Vem sendo utilizada como acelerador do processo de cicatrização. Com propriedades anti-inflamatórias é útil ainda, no tratamento do eczema, psoríase e bronquite (SILVA, 2003). Na indústria alimentícia, a papaína é utilizada como amaciante de carne e clarificante de cerveja (KINUPP, LORENZI, 2014).

A literatura a respeito de espécies nativas desta família no Brasil, em qualquer área do conhecimento é escassa, assim é necessário gerar informação e caracterizar estes germoplasmas. Dentre as espécies do gênero *Vasconcellea*, *V. quercifolia* é a de ocorrência mais significativa no Brasil, especialmente na região sul do país.

2.2 *Vasconcellea quercifolia* A. St.- Hil.

Vasconcellea quercifolia é popularmente conhecida como mamoeiro do mato, mamoeirinho, mamãozinho, mamãozinho do mato, mamoeiro-bravo, pau-de-doce, ou jaracatiá, dependendo do local de ocorrência (MARCHIORI, 2000; SOBRAL, 2006; LORENZI, 2008). Na literatura, esta espécie é comumente citada como *Carica quercifolia* (MARCHIORI, 2000; BACKES; IRGANG, 2002; SOBRAL, 2006). No entanto, Badillo (2000), reabilitou *Vasconcellea* a categoria de gênero e confirmou a nomenclatura atual como *Vasconcellea quercifolia*.

A espécie ocorre naturalmente no sul do Peru, Bolívia, norte da Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil, nos estados de Goiás, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e em todo o Sul do país (MARCHIORI, 2000; BADILLO, 2001; SOBRAL, 2006), sendo particularmente frequente nesta região (LORENZI, 2008), sobretudo em locais de maior altitude como nas bacias do rio Paraná e Uruguai (SANTOS, 1970). No Rio Grande do Sul, *V. quercifolia* ocorre nas florestas do Alto Uruguai, Encosta Meridional do Planalto e Encosta da Serra do Sudeste (SOBRAL, 2006).

A espécie é decídua, heliófita, seletiva higrófila e pioneira. Cresce preferencialmente em beira de córregos, várzeas e encostas úmidas, sendo pouco frequente no interior das matas sombrias (LORENZI, 2008). Encontra-se em maior constância na orla de matas, capoeiras e lavouras abandonadas de subserras (MARCHIORI, 2000; LORENZI, 2008), ao longo de rodovias nas regiões do Alto Uruguai, Depressão Central e Floresta Atlântica (MARCHIORI, 2000). Segundo Badillo (2001), *V. quercifolia* pode ocorrer em locais com condições edafoclimáticas tais como bosques úmidos e montanhas altas.

Estas plantas são dióicas, de hábito arbóreo, podendo atingir um porte de 4 a 8 metros de altura. Apresentam copa rala e irregular, tronco engrossado na base e marcado por cicatrizes foliares (LORENZI, 2008). Suas folhas são descritas por Marchiori (2000), como alternas simples e glabras, com margem do limbo lobado, apresentando lâminas de 7 a 35 cm de comprimento, por cerca de 10 cm de largura. As flores do mamoeiro do mato apresentam coloração amarelo-esverdeadas e são unissexuais, as masculinas formam inflorescências axilares, enquanto as femininas são solitárias, ou dispõem-se em racemos com poucas flores (Figura 1).

Seus frutos são fusiformes do tipo baga, com polpa carnosa e comestível e apresentam coloração amarelo-alaranjados quando maduros (LORENZI, KINUPP, 2014). Possuem em média 2,0 a 6,0cm de comprimento, contendo em média 29 sementes por fruto (KINUPP, 2007). Apesar de sua semelhança com os frutos de *Carica papaya*, possuem tamanho reduzido, apresentando em média 3,0 a 6,0 cm de comprimento. As sementes maduras são de coloração marrom clara. Removendo-se a camada de mucilagem que as revestem tornam-se espinescentes, e tem em média 5,3 mm de comprimento polar e 2,8 mm de largura equatorial. Após a lavagem das sementes, observa-se formação de grande quantidade de mucilagem (KINUP, 2007).

No Rio Grande do Sul, a floração ocorre durante os meses de outubro a janeiro, evento fenológico seguido do amadurecimento dos frutos, o qual ocorre de forma mais expressiva no mês de fevereiro (LORENZI, 2008).

Vasconcellea quercifolia é tradicionalmente utilizada no preparo de doces, sendo o parênquima medular a parte da planta utilizada para tal fim: corta-se o fino córtex e utiliza-se os ramos e o tronco principal. No Rio Grande do Sul o doce é denominado doce-de-jaracatiá ou doce-de-pau-ralado (MARCHIORI, 2000; BACKES; IRGANG, 2002; LORENZI, 2008; KINUPP; LORENZI, 2014). Tais autores também citam o grande potencial da espécie como frutífera. Segundo Kinupp (2007) seus frutos carnosos possuem polpa saborosa e aromática e podem ser consumidos *in natura* ou processados: na elaboração de sucos, geleias, doces e licores. Além disso, análises nutricionais dos mesmos demonstraram altas quantidades de potássio (K). Seus frutos e sementes apresentam ainda propriedades vermífugas, sendo utilizados na medicina popular (SANTOS, 1970; MARCHIORI, 2000; LORENZI, 2008) (Figura 2).

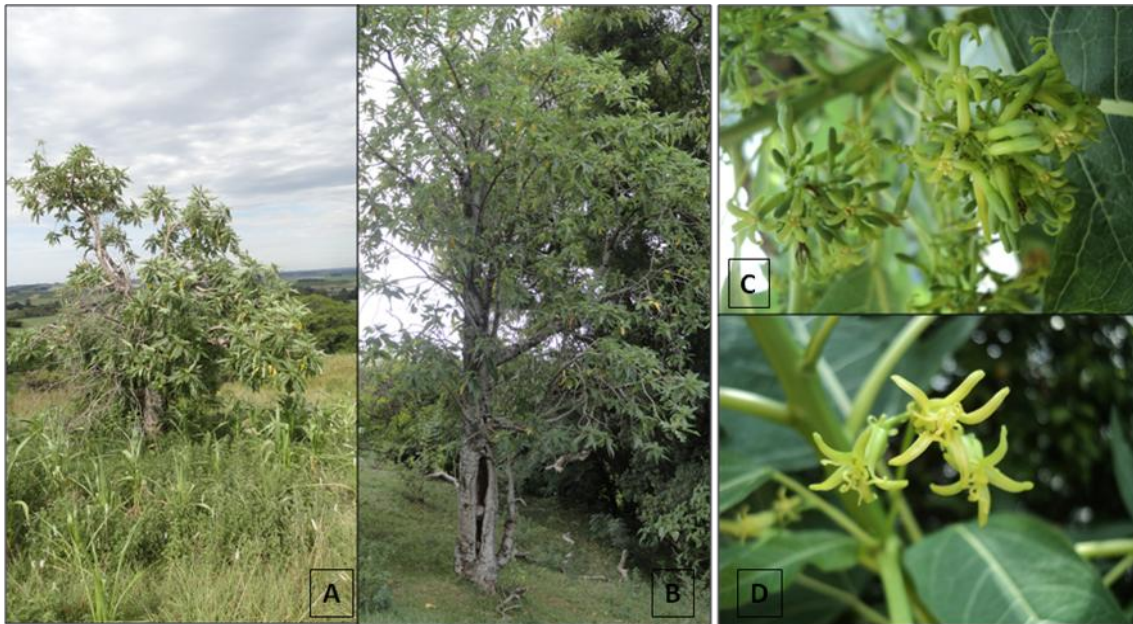


Figura 1 - *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil., crescendo naturalmente no Distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS. A: Indivíduo masculino; B: Indivíduo feminino; C: Detalhe da inflorescência masculina; D: Detalhe da inflorescência feminina. Fonte: Marina Pissatto.

O parênquima medular desta espécie, também pode ser usado como hortaliça cozida, apresentando baixo valor calórico e teores significativos de fibras e sais minerais, especialmente de potássio (K), o que o torna interessante como matéria prima para fabricação de alimentos dietéticos. Além disso, comparando-o com o coco seco (*Cocos nucifera*) apresenta baixíssima quantidade de lipídios (KINUPP, 2007).

Os tecidos da planta de *V. quercifolia*, incluindo os frutos, são ricos em papaína, (LORENZI, 2008) e os frutos verdes produzem grande quantidade de látex, podendo ter maior quantidade e melhor qualidade de papaína do que os frutos verdes de *Carica papaya* (mamoeiro), de onde esta enzima é normalmente extraída para usos diversos (COLOMBO et al., 1989). Pesquisas recentes realizadas por Torres et al., (2010), relataram que o látex de *V. quercifolia* contém vários tipos de endopeptidases com alta atividade proteolítica, maior que a obtida do látex de *Carica papaya*, sendo capaz de coagular o leite e hidrolisar caseínas, permitindo sua utilização na fabricação de queijos e hidrolisados de caseína. Tal atividade já havia sido relatada por Kinupp (2007), que constatou que o leite fresco coagula

imediatamente quando em contato com a medula ralada do mamoeiro do mato, demonstrando uso promissor como coelho natural.



Figura 2 - *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. A: Detalhe dos frutos verdes em indivíduo crescendo naturalmente na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS; B: Detalhe dos frutos maduros em indivíduo crescendo naturalmente no Distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS; C: Detalhe do tamanho dos frutos maduros coletados em março de 2014, em indivíduo crescendo naturalmente no Distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS; D: Frutos maduros coletados em fevereiro de 2014, em indivíduo crescendo naturalmente no Distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS. Fonte: Marina Pissatto.

V. quercifolia apresenta ainda importantes contribuições ao cultivo do mamoeiro. A espécie está sendo utilizada no desenvolvimento de programas de melhoramento genético do mamoeiro, SIAR et al. (2011) após 50 anos de tentativas fracassadas, conseguiram desenvolver um híbrido entre *Carica papaya* e *Vasconcellea quercifolia*, resistente ao vírus “papaya ring spot virus”(PRSV), causador da doença de maior importância no cultivo do mamoeiro, encontrado em todas as regiões do mundo onde este é cultivado.

A espécie apresenta ainda importância ecológica. Os frutos do mamoeiro do mato são apreciados pela fauna silvestre e segundo Lorenzi (2008), a árvore é

indicada para compor reflorestamentos heterogêneos destinados à restauração de áreas degradadas. Para Kinupp (2007) esta é uma espécie de múltiplos usos e deve ter seu cultivo e exploração incentivados, especialmente no que se refere à agricultura familiar, sendo também indicada para formação de agroflorestas.

São escassos os estudos referentes à reprodução da espécie. De acordo com Kinupp e Lorenzi (2014), a propagação da planta pode ser através de sementes ou estacas, e a germinação é epígea (LORENZI, 2008). Kinupp (2007), estudou a germinação das sementes e o enraizamento adventício em estacas de *V. quercifolia*, e observou uma porcentagem de 76% de sementes germinadas, sendo que a emergência iniciou aos 15 dias após a semeadura e mostrou bastante desuniformidade. Neste ensaio foram utilizadas sementes coletadas em março de 2006 de indivíduos silvestres, no município de Três Coroas, RS. Na propagação vegetativa, apenas 13% das estacas enraizaram, sem tratamento com fitohormônios, enquanto Nunes et al. (2006) verificaram 27% de enraizamento em estacas tratadas, na base, com 2000 ppm de AIB por 10 segundos.

2.3 Germinação de sementes

As sementes são responsáveis pelo principal mecanismo de multiplicação das plantas vasculares, tendo como principal característica a manutenção da variabilidade genética. Nas angiospermas, a semente madura é basicamente constituída pelo embrião, endosperma e o tegumento, e após seu desenvolvimento têm-se uma semente quiescente, apta para germinar em condições favoráveis ou uma semente dormente, que necessitará de estímulos específicos para germinar (CARDOSO, 2004).

O termo germinação de sementes é aplicado ao crescimento do embrião, particularmente do eixo radicular em sementes maduras de espermatófitas. Representa um “novo começo” para semente cujo embrião sofreu uma interrupção em seu crescimento no final da fase de maturação da planta-mãe. Inicia-se com a entrada de água na semente, a embebição, que irá desencadear a ativação do metabolismo, culminando com o crescimento do eixo embrionário. A germinação se

completa quando uma parte do embrião, no geral a radícula, penetra e trespassa os tecidos que o envolvem (CARDOSO, 2004).

Segundo Popinigis (1985), o processo germinativo inicia-se com a embebição e aumento da respiração, fatores que estimulam a síntese de enzimas e ativa as pré-existentes, resultando na mobilização e transporte de reservas, assimilação metabólica, crescimento e diferenciação dos tecidos, finalizando com a digestão da parede celular, que a enfraquece e permite que a raiz primária rompa o tegumento.

No geral, são necessárias três condições básicas para que uma semente germine: condições ideais de água, oxigênio e temperatura. A água é essencial na reativação do metabolismo no eixo embrionário, o oxigênio participa das reações de oxidação na respiração e da síntese de energia através de adenosina trifosfato (ATP), enquanto a temperatura é importante porque cada espécie é adaptada a determinada faixa de temperatura (CASTRO et al. 2004). Para Cardoso (2004), a água é o principal fator para o início da germinação, já que a semente deve atingir determinado nível de umidade para germinar. A absorção de água pelas sementes contribui para amolecer o tegumento, intensifica a atividade respiratória, favorece as trocas gasosas, induz a atividade e síntese de enzimas e hormônios, promove o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, resultando na ruptura do tegumento e na protusão da raiz primária (COSTA; MARCHI, 2008).

A capacidade e a velocidade de germinação das sementes maduras são influenciadas por vários fatores, que atuam por si ou em interação com os demais, dentre eles ressalta-se os fatores extrínsecos (ambientais) que são a luz, temperatura, umidade, oxigênio, substrato, condições de armazenamento, etc e os intrínsecos (internos), por exemplo, a morfologia, viabilidade, dormência, longevidade, sanidade, genótipo, hormônios, substâncias inibidoras não hormonais, época de coleta dos frutos, dentre outros (CARDOSO, 2004; MARCOS FILHO, 2005).

São escassos os estudos referentes à germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia*, destacando-se na literatura pesquisa realizada por Kinupp (2007). O autor observou uma porcentagem de 76% de emergência de plântulas, sendo que esta iniciou aos 15 dias após a sementeira e demonstrou ser bastante desuniforme. Neste ensaio foram utilizadas sementes coletadas em março de 2006 de indivíduos silvestres no município de Três Coroas, RS. Não há informações na literatura a respeito dos fatores que influenciam a germinação desta espécie. O

conhecimento das condições ideais para a germinação de sementes de uma determinada espécie é essencial, pois cada uma apresenta respostas diferenciadas, em função dos diferentes fatores que influenciam o processo germinativo (BRASIL, 2009).

2.3.1 Fatores que influenciam a germinação de sementes

Luz e temperatura

De acordo com as respostas das sementes à presença de luz branca, estas podem ser classificadas em fotoblásticas positivas, sendo aquelas que apresentam maior germinabilidade e/ou velocidade de germinação em luz do que no escuro, fotoblásticas negativas, correspondendo às sementes que germinam melhor no escuro e afotoblásticas ou indiferentes, que são sementes cuja germinação é indiferente à luz (CARDOSO, 2004). Existe ainda, o caráter fotoblástico positivo “preferencial”, quando alguma germinação ocorre na ausência de luz, ou “absoluto”, quando a germinação é nula na ausência de luz (KLEIN; FELIPPE, 1991).

A atuação da luz sobre o processo germinativo está ligada a um sistema de pigmento chamado fitocromo. No geral, a luz vermelha, com pico de ação em 660 nm estimula a germinação, podendo ser substituída pela luz branca, que possui este mesmo efeito. Já o vermelho distante, com pico de ação em 730 nm inibe a germinação (BORGES; RENA, 1993), tal efeito também é verificado pelos comprimentos de onda abaixo do 290 nm e pela faixa do azul (440 nm). O fitocromo é responsável pela fotorreação presente nas células do eixo embrionário, sua forma ativa (F_{vd}) é convertida pela exposição da forma inativa (F_v) a radiações na faixa de 660 nm, promovendo a germinação de sementes fotossensíveis. Enquanto a exposição da forma ativa à 730 nm, ou a permanência no escuro, resultam na inativação do fitocromo, impedindo a germinação (MARCOS FILHO, 2005).

A necessidade ou não da luz para o processo germinativo é uma característica ecológica, ligada às estratégias de sobrevivência das espécies. Em geral, espécies com sementes maiores, que tenham amplas reservas para sustentar o crescimento de plântulas por longos períodos no escuro, não necessitam de luz para a germinação. Entretanto, a luz é fundamental para muitas espécies com sementes pequenas, as quais permanecem dormentes, mesmo quando hidratadas,

se enterradas abaixo da penetração da luz (TAIZ; ZEIGER, 2011). Também há uma generalização, relacionada ao estágio sucessional das plantas. As espécies pioneiras, no geral, necessitam de luz para germinar, enquanto as espécies de estágio sucessional mais avançado tendem a ser indiferentes (CARDOSO, 2004).

Em relação à temperatura, há um comportamento variável entre as espécies, ou seja, não há uma temperatura ótima e uniforme de germinação para todas as espécies. A germinação de uma semente não dormente é balizada pelas temperaturas cardeais, que são as temperaturas máxima, mínima e ótima. A temperatura é chamada de ótima quando ocorre o máximo de germinação, no menor tempo, produzindo assim, a maior germinabilidade e velocidade de germinação. As temperaturas máxima e mínima são a maior e a menor temperatura, em que a planta tem capacidade para germinar (CARDOSO, 2004). A faixa de 20 a 30°C demonstra ser adequada à germinação de um grande número de espécies tropicais e subtropicais, uma vez que essas são as temperaturas encontradas em sua regiões de origem, na época propícia à germinação natural (BORGES; RENA, 1993).

A temperatura atua diretamente no crescimento embrionário (CARDOSO, 2004), e as reações químicas que ocorrem durante a germinação apresentam exigências próprias quanto à temperatura, principalmente porque dependem de sistemas enzimáticos específicos (MARCOS FILHO, 2005). Esta, afeta também a velocidade de absorção de água e das reações químicas. Isto a torna o fator mais importante na regulação do tempo de germinação (BEWLEY; BLACK, 1994).

A temperatura, bem como a luz, podem atuar tanto nos processos relacionados à indução e superação da dormência, como na promoção da germinação propriamente dita. A combinação de diferentes temperaturas relacionadas com a presença ou ausência de luz são fatores desencadeadores da germinação (FERREIRA et al., 2001). Para Smith (1975), em algumas espécies o requerimento de luz para germinação das sementes é fortemente influenciado pela temperatura.

As temperaturas alternadas 20-30°C e 20-35°C são mais adequadas para germinação de *Carica papaya*. A faixa de temperatura mais adequada para a germinação de *Vasconcellea quercifolia* ainda não foi estudada, e não há recomendações de temperatura para condução de testes de germinação para a espécie nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Além disso, não há estudos relacionados à influência da luz na germinação da espécie. O conhecimento

destes fatores são importantes pois fornecem informações de interesse ecológico para a espécie.

Substratos e formas de semeadura

Os substratos e formas de semeadura, utilizados nos testes de germinação tem grande influência no processo germinativo, pois fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, entre outros, podem variar de um substrato para outro, bem como entre a semeadura sobre o substrato, ou entre o substrato, ou seja, em profundidade. Estes, podem tanto favorecer, como prejudicar a germinação de sementes e a emergência de plântulas. Por exemplo, o excesso de umidade é um fator prejudicial, pois impede a penetração de oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante, além de aumentar a incidência de fungos, levando à redução no vigor e provocando um decréscimo na germinação (SCALON et al., 1993).

A escolha do substrato e da forma de semeadura deve ser realizada levando-se em consideração o tamanho e a forma da semente, bem como as exigências ecofisiológicas das sementes quanto à umidade e sensibilidade à luz. Desse modo, algumas espécies são mais exigentes, com desempenho germinativo superior em apenas um tipo de substrato e semeadura, como a faveira-preta que deve ser semeada entre areia (NASCIMENTO et al., 2003) já outras são melhor adaptadas, germinando bem em diferentes formas de semeadura e substratos, como a bacabinha e o ipê felpudo, que germinam bem tanto entre e sobre areia quanto entre e sobre vermiculita (RAMOS et al., 2003). Os substratos mais utilizados em testes de germinação são papel toalha, papel filtro, areia e vermiculita, sendo estes utilizados, em diferentes formas de semeadura. Destaca-se a semeadura “sobre” o substrato, que consiste em semear acima do substrato, e a semeadura “entre” o substrato, que consiste em semear em profundidade (BRASIL, 2009).

De modo geral, os substratos utilizados para germinação e emergência de plântulas, bem como para o desenvolvimento inicial das mesmas, devem ter densidade que proporcione porosidade suficiente para possibilitar boa aeração, boa drenagem e retenção de umidade, e evitar a restrição mecânica ao crescimento radicular das plantas. Substratos com umidade ideal, ou seja, uma boa proporção entre as fases sólida e líquida favorecem a germinação das sementes, a emergência

de plântulas, e o desenvolvimento das raízes. No entanto, a umidade excessiva, prejudica esses eventos devido à diminuição da aeração do substrato, que pode acarretar podridão de raízes. Dessa forma, é fundamental o uso de componentes que proporcionem maior aeração e menor déficit hídrico (CIAVATTA, 2010).

Para *Carica papaya*, Brasil (2009) recomenda a utilização de areia, com uso da semente em profundidade, e também o rolo de papel, como sendo os mais adequados à germinação da espécie. Entretanto, para *V. quercifolia* não há informações nas Instruções para Análise de Sementes Florestais (BRASIL, 2013), e não foram encontradas referências a respeito das diferentes formas de semente e tipos de substratos mais favoráveis à germinação de sementes da espécie.

Dormência

Algumas plantas podem retardar a germinação de suas sementes até encontrarem condições ambientais adequadas, o que representa um importante mecanismo de sobrevivência. Este fenômeno natural é denominado dormência, e no geral, ocorre devido à redução da hidratação do citoplasma, o que permite um aumento na resistência dessas sementes a condições adversas. Cerca de 2/3 das espécies florestais apresentam sementes com algum tipo de dormência, este fenômeno é favorável à adaptação e evolução das espécies na natureza, capacitando-as à sobrevivência (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

De acordo com sua origem, a dormência pode ser classificada em primária (inata) e secundária (induzida). A dormência primária inicia-se durante as fases iniciais, ou finais de desenvolvimento da semente na planta-mãe. Assim, as sementes já se encontram dormentes quando liberadas da planta-mãe, no momento da colheita. Contudo, os mecanismos de bloqueio também podem manifestar-se após a maturidade e o desligamento da planta mãe, ou se reinstalar após a perda da dormência primária, caracterizando a dormência secundária. Esta, ocorre após a liberação das sementes maduras no ambiente, sendo induzida por fatores externos (MARCOS FILHO, 2005; CARDOSO, 2009). A dormência secundária surge, no geral, quando a semente encontra uma situação de estresse ambiental, como por exemplo baixos níveis de oxigênio, temperaturas extremas, baixos potenciais hídricos, teores elevados de CO₂, luz rica em vermelho extremo, etc. Desta forma, uma semente quiescente pode se tornar dormente e vice e versa, o que depende de

fatores ambientais de indução e superação de dormência, respectivamente (CARDOSO, 2004).

Quanto aos mecanismos de dormência, Baskin e Baskin (2004), classificaram os principais tipos de dormência em sementes como (a) dormência do embrião, também denominada endógena, podendo esta ser fisiológica, morfológica ou morfofisiológica, e (b) dormência imposta pelos envoltórios (ou exógena), dividida em física, química e mecânica. A dormência fisiológica é regulada basicamente em níveis metabólico e gênico, operam diferentes mecanismos associados tanto ao embrião como aos tecidos e estruturas adjacentes, tais como o tegumento e o endosperma. Geralmente ocorre devido ao balanço entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação, como o ácido abscísico, a cumarina e as giberelinas, já a dormência morfológica manifesta-se em sementes que são liberadas da planta-mãe com embriões diferenciados, mas subdesenvolvidos quanto ao tamanho, enquanto na dormência morfofisiológica, além do embrião subdesenvolvido, existe um componente fisiológico que requer tratamentos ou condições para quebra de dormência. Em relação às causas da dormência exógena (imposta pelos envoltórios), normalmente estão associadas a algum tipo de impedimento à germinação, podendo ocorrer uma série de mecanismos, tais como: impermeabilidade (dormência física), presença de inibidores (dormência química), e ocorrência de tecidos adjacentes à semente e ao embrião duros e impermeáveis a água e aos gases, causando restrição mecânica ao crescimento do embrião (dormência mecânica).

Apesar de este fenômeno favorecer a adaptação das espécies na natureza, para a produção de mudas é indesejável, sendo fundamental o conhecimento de métodos mais eficientes para a superação da dormência das sementes, pois cada espécie tem particularidades e responderá melhor a determinados tratamentos (LEDO, 1979). Para Zaidan e Barbedo (2004), existem diversos tratamentos indicados para superação de dormência em sementes, como a lavagem em água dos inibidores de crescimento, armazenamento em condições de baixa umidade relativa e baixas temperaturas, exposição à luz, imersão em ácidos fortes e uso de fitohormônios, como o etileno e as giberelinas. Segundo Fowler (2001), os principais métodos para superação de dormência tegumentar em sementes arbóreas são escarificação mecânica e ácida e imersão em água quente ou fria.

Segundo estudos sobre a dormência em sementes de *Carica papaya*, a camada de mucilagem que envolve as sementes, possui substâncias inibidoras da germinação, principalmente compostos fenólicos (GHERARDI; VALIO; 1976, REYES et al., 1980; CHOW; LIN, 1991; SCHMILDT et al., 1993). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), estes inibidores podem restringir a entrada de oxigênio no interior da semente, impedindo a germinação. No entanto, também foi observada dormência em sementes sem mucilagem, denominada dormência pós-colheita, localizada em outra estrutura da semente, provavelmente, no embrião (YAHIRO, 1979; VIGGIANO et al., 2000, AROUCHA et al., 2004). As sementes dormentes não germinam logo após a colheita devido a mecanismos internos, de natureza física ou fisiológica, que bloqueiam a germinação, por período de tempo variável com o genótipo, com o estágio de maturação do fruto, com as condições ambientais durante a maturação, dentre outros fatores (BASKIN; BASKIN, 1998; CARDOSO, 2009).

Brasil (2009), recomenda a lavagem das sementes com água corrente por 24 horas como método de superação de dormência de *Carica papaya*. No entanto, Tokuhisa et al. (2007) estudando uma série de tratamentos para a superação da dormência em sementes de mamão constatou que os mais eficientes foram o umedecimento do substrato com GA₃, na concentração 600 ppm ou a imersão das sementes em solução de GA₃ a 600 ppm por 24 horas e a imersão das sementes em KNO₃ 1M por 30, 60 e 90 minutos. O armazenamento das sementes por 3 a 6 meses também foi eficiente. A literatura cita ainda, o repouso dos frutos como uma forma de superar a dormência de sementes desta espécie. De acordo com Yahiro (1979) e Viggiano (1999), as sementes de mamão recém-colhidas possuem baixo poder germinativo. O repouso dos frutos de mamão por 12 dias a 25°C, conforme Aroucha (2004) propiciou aumento no percentual germinativo e no vigor das sementes. Resultado semelhante foi constatado por Balbinot (2004) e Martins et al. (2006), que armazenaram os frutos a 10°C por 10 dias. Tais autores ressaltam que a baixa temperatura pode ter contribuído com a superação da dormência, agindo como um tratamento pré-germinativo para as sementes.

Fitohormônios

Os fitohormônios são substâncias importantes na superação da dormência, agem em resposta ao ambiente e promovem a germinação quando atingem

concentrações específicas. Assim, um embrião dormente somente entrará em estado de quiescência quando os fitohormônios envolvidos no processo germinativo forem sintetizados ou atinjam concentrações fisiologicamente ativas. Tais substâncias estão envolvidas tanto na indução da germinação das sementes, como na manutenção da dormência das mesmas, pois gerenciam alterações fisiológicas nos tecidos vegetais responsáveis por tais eventos. A germinação de uma semente dormente ocorre após estímulo específico que favoreça a síntese e a atuação de hormônios, destacando-se as giberelinas (MARCOS FILHO, 2005).

As giberelinas, são os reguladores de crescimento mais relacionados à quebra de dormência. No geral, sementes que precisam de luz ou um período de pós-maturação respondem bem às aplicações destas substâncias, aumentando o nível endógeno ou agindo como antagonistas dos inibidores no metabolismo embrionário (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

Dentre esta classe de fitohormônios, destaca-se o ácido giberélico (GA_3), considerado um ativador enzimático endógeno nas sementes, auxiliando na superação da dormência, agindo diretamente na maturação do embrião (BEWLEY; BLACK, 1994; HARTMANN et al., 2002) e no controle da hidrólise das reservas, através da indução da síntese da α -amilase, enzima responsável pela hidrólise do amido. A aplicação deste regulador, influencia o metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (BRAUN et al., 2010). Além disso, o tratamento das sementes com GA_3 pode promover maior taxa e uniformidade de germinação, pela atuação no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2011). Para Guerra (2004), a germinação das sementes de algumas espécies, principalmente as não domesticadas depende de luz e baixas temperaturas. No entanto tais efeitos podem ser substituídos pela aplicação de giberelinas, já que alterações nos níveis endógenos destes hormônios nas sementes são observadas como resposta ao tratamento com baixas temperaturas.

Armazenamento de sementes

O armazenamento tem como objetivo conservar as sementes preservando suas qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias, possibilitando o desenvolvimento de plantas saudáveis após a germinação. As sementes armazenadas se destinam a

diversos fins, desde a formação de plantios comerciais até bancos de germoplasma, tendo ainda a função de manter uma disponibilidade contínua de sementes viáveis (FLORIANO, 2004).

As espécies arbóreas têm apresentado produção irregular de sementes, sendo abundante em determinados anos e escassa em outros; desta maneira, o armazenamento é fundamental para garantir a demanda anual de sementes, possibilitando o estoque para os anos de baixa produção (CARNEIRO; AGUIAR, 1993). Os principais fatores que afetam a viabilidade das sementes durante o armazenamento são temperatura, grau de umidade das sementes, maturação no momento da colheita, danos mecânicos, presença de fungos, bactérias e insetos e embalagens utilizadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MEDEIROS, 2001).

Nas sementes maduras, o embrião apresenta-se em estado de inatividade, e durante o armazenamento, o embrião deve continuar neste estado. Para isso, é fundamental a manutenção de condições ambientais adequadas, principalmente de umidade relativa do ar e temperatura. A maioria das espécies conserva melhor sua qualidade quando mantidas em ambientes o mais seco e o mais frio possível. As condições de baixa temperatura são obtidas em câmeras frias; já a baixa umidade é obtida através do uso de câmeras secas, com desumidificadores (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

Além do conhecimento acerca das condições ambientais e locais apropriados para armazenar sementes, manter a qualidade fisiológica das mesmas durante o armazenamento depende do conhecimento sobre o comportamento fisiológico destas durante este processo, principalmente em relação à tolerância das sementes à dessecação. Esta é uma das mais importantes propriedades das sementes, é considerada uma estratégia de adaptação e permite sua sobrevivência durante o armazenamento sob condições ambientais estressantes, assegurando a disseminação da espécie (MEDEIROS; EIRA, 2006).

Conforme Roberts (1973), as sementes podem ser classificadas de acordo com seu grau de tolerância à desidratação em ortodoxas ou recalcitrantes. As sementes ortodoxas se mantêm viáveis após dessecação até valores de umidade entre 5% e 7%, e podem ser armazenadas por muitos anos em condições de baixa umidade relativa do ar e temperatura, pois não ocorre diminuição significativa de viabilidade já que estas sementes toleram os efeitos da perda severa de água. Por outro lado, as sementes recalcitrantes, são muito sensíveis à dessecação. Possuem

elevado teor de água no final da maturação, e morrem quando seu grau de umidade é reduzido a valores abaixo do seu nível crítico de umidade, entre 15 e 50%. Sua longevidade, mesmo em condições favoráveis é curta. Segundo Black et al. (2002), as sementes recalcitrantes não podem ser armazenadas em estado seco e o armazenamento em ambientes com alta umidade relativa do ar é indicado para a manutenção da qualidade fisiológica e conseqüentemente bom desempenho germinativo de sementes recalcitrantes (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

Diversas espécies nativas já foram classificadas em relação a sua tolerância à dessecação, por exemplo, *Bauhinia forficata* (MEDEIROS et al., 2000), *Cedrela fissilis* e *Cassia leptophylla* (WIELEWICKI et al., 2006) são consideradas tolerantes à dessecação. Já as mirtáceas *Eugenia dysenterica* (SALOMÃO et al., 1997), *Eugenia involucrata* e *Eugenia uniflora* (WIELEWICKI et al., 2006) são consideradas recalcitrantes. Segundo Althoff e Carmona (1999), sementes de *Carica papaya* são tolerantes à dessecação, podendo ser desidratadas até graus de umidade em torno de 5%, sem perder seu potencial germinativo.

Após o armazenamento, é indicado o estudo da viabilidade das sementes, que pode ser realizado por meio do teste de germinação. Entretanto, se as sementes estiverem dormentes, os resultados estarão disponíveis muito tempo após a instalação do teste, assim, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para identificar e distinguir rápida e satisfatoriamente se uma semente está viável ou não. Diferentes métodos utilizando agentes corantes para distinguir sementes viáveis de não viáveis foram desenvolvidos, sendo o método do tetrazólio o que ofereceu melhores resultados. Conhecido no Brasil como teste de tetrazólio, o qual utiliza o cloreto ou o brometo de 2,3,5, trifeniltetrazólio como indicador, é reconhecido e recomendado internacionalmente pela "International Rules for Seed Testing" (ISTA) como teste de viabilidade de sementes (ISTA, 1996).

Época de coleta dos frutos e sementes

O estudo da maturação de sementes possibilita que elas sejam coletadas no estágio de máxima qualidade fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Neste estágio a semente atinge o máximo poder germinativo e vigor, sendo por isso denominado de ponto de maturidade fisiológica. A partir do ponto de maturidade fisiológica inicia o processo de deterioração, cuja velocidade é influenciada pelas

condições ambientais. Dessa maneira, a definição da época adequada de coleta de sementes é fundamental (POPINIGS, 1985).

Para Vilela e Peres (2004) a permanência da semente na árvore após a maturidade corresponde a um armazenamento no campo, fator que submete as sementes às variações noturnas, diurnas e estacionais, afetando sua qualidade. Segundo os autores antecipar a coleta dos frutos também pode ser desfavorável à qualidade fisiológica das sementes, devido à presença de semente imaturas.

Definir a época de coleta depende de vários fatores como o tipo de fruto, os tipos de predação e dispersão, a longevidade natural das sementes, e a extensão do período de frutificação (CARNEIRO; AGUIAR, 1993). Em relação a este último fator, por exemplo, a espécie *Pinus oocarpa* possui um amplo período de maturação, durante o qual são encontrados na mesma árvore e época cones em diferentes estágios de desenvolvimento (BERTOLANI; NICOLIELO, 1978), ocorrendo o mesmo para *Eucalyptus grandis* (AGUIAR; KAGEYAMA, 1987).

Conforme Carneiro e Aguiar (1993), algumas espécies podem ter uma maior extensão no período de maturação, o que resulta na produção de frutos maduros distribuídos por um longo período. A espécie *Carica papaya* apresenta tais características e Aroucha et al. (2005) verificaram que a época de desenvolvimento dos frutos e maturação das sementes influenciam na germinação das mesmas. Constataram ainda que as sementes de frutos coletados em janeiro apresentaram germinação de 40%, valor superior ao obtido para as sementes coletadas em setembro (14,75%). Os autores citam ainda que a intensidade de dormência das sementes desta espécie pode variar dependendo da época de maturação dos frutos e sementes. Para Tokuhisa et al. (2008), a dormência das sementes é mais acentuada nas sementes extraídas de frutos coletados em períodos de temperaturas mais baixas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Material Botânico

Os experimentos foram desenvolvidos no laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais e na casa de vegetação, ambos pertencentes ao Departamento de Biologia, Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Um exemplar da espécie *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. foi coletado e devidamente identificado, segundo normas usuais em taxonomia (Mori et al., 1989) e está depositado no herbário SMDB (Santa Maria Departamento de Biologia) do Departamento de Biologia da UFSM sob número 18907.

Frutos maduros foram coletados nos meses de fevereiro, março, abril e maio de 2014, a partir de três indivíduos crescendo naturalmente no distrito de Boca do Monte, e no mês de março a partir de um indivíduo no distrito de Pains, ambos da cidade de Santa Maria–RS. As sementes coletadas na Boca do Monte foram retiradas dos frutos e constituíram quatro lotes, de acordo com o mês da coleta dos frutos. A coleta feita no distrito de Pains constitui outro lote de sementes.

3.2 Experimentos com germinação das sementes

3.2.1 Preparo das sementes e do material

Em todos os experimentos, as sementes passaram por um método físico de remoção da camada mucilaginosa que reveste o tegumento e da polpa carnosa dos frutos. Após a retirada das sementes dos frutos, estas foram friccionadas com areia contra a malha fina de uma peneira sob jato de água corrente até a retirada da mucilagem. A figura 3 mostra as sementes antes e após a retirada da polpa carnosa

e da camada mucilaginosa que as revestem. Em seguida, as sementes foram mantidas em temperatura ambiente por 48 horas. Antes das sementeiras, as sementes foram desinfestadas em câmara de fluxo laminar, utilizando-se etanol 70% por 30 segundos, seguida de solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2% por quatro minutos e após, fungicida carbendazin na concentração de $0,25 \text{ mg L}^{-1}$ por 4 minutos, passando então por triplo enxágue em água destilada e autoclavada. As sementes foram inoculadas em câmara de fluxo laminar, em caixas acrílicas transparentes *germbox*, previamente desinfestadas com etanol a 70% (v/v) e solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2% (v/v). Após a inoculação das sementes, as caixas foram fechadas com tampa do mesmo material das caixas e mantidas em sala de cultivo ou câmara BOD. Quando utilizado fotoperíodo, este foi de 16 horas sob radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A.) de $36 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, fornecida por lâmpadas fluorescentes brancas.

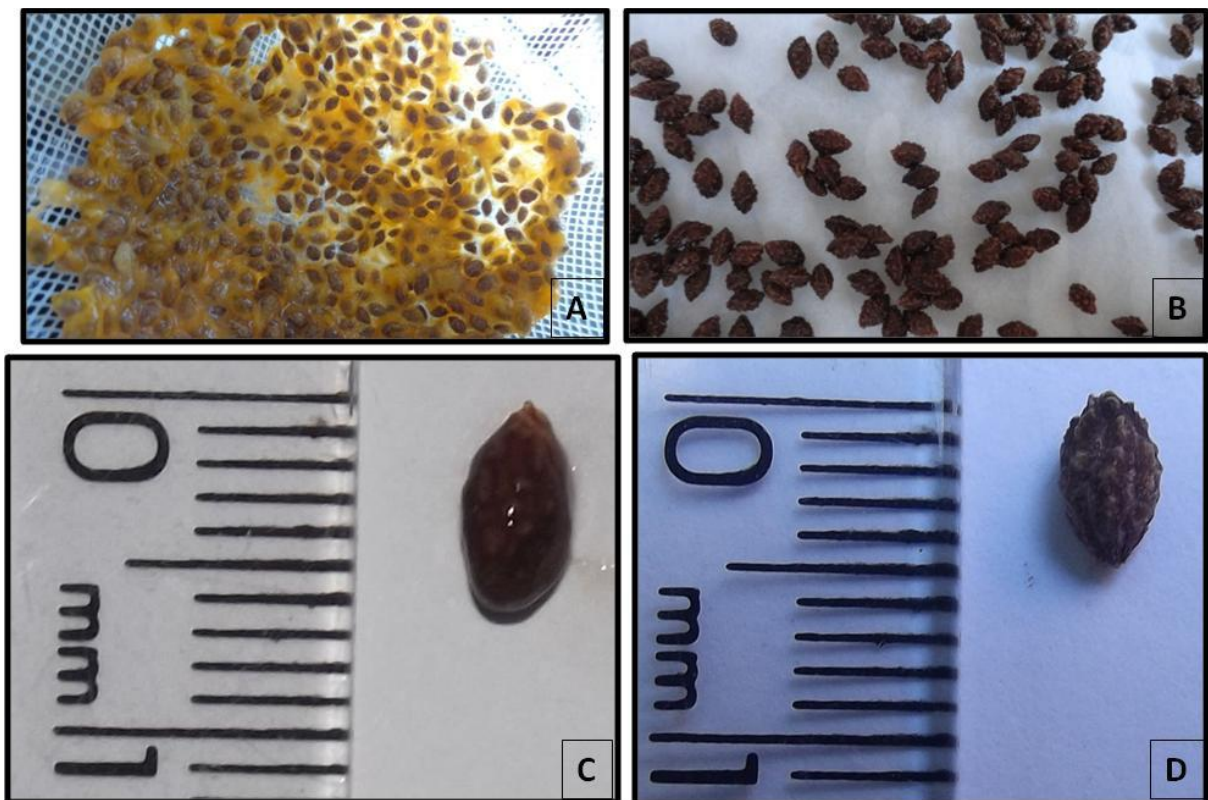


Figura 3 – Sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. coletadas em fevereiro de 2014, em indivíduo crescendo naturalmente no distrito de Pains, Santa Maria, RS. A: Sementes envoltas pela polpa dos frutos e pela camada mucilaginosa, B: Sementes após a retirada da polpa e da camada mucilaginosa, C: Detalhe de semente envolta pela camada mucilaginosa, D: Detalhe de semente após retirada da camada mucilaginosa.

3.2.2 Experimentos

Experimento I - Germinação das sementes em diferentes substratos e formas de semeadura

As sementes foram distribuídas nas seguintes formas de semeaduras e tipos de substratos: sobre areia fina, sobre vermiculita fina, entre areia fina e entre papel filtro, os quais constituíram quatro tratamentos.

Frutos coletados em fevereiro no distrito de Boca do Monte foram armazenados em geladeira a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana, e após este período foi feito o preparo das sementes conforme descrição no item anterior. Em seguida, as mesmas foram inoculadas em caixas (25 por caixa) contendo 150 mL de substrato (areia ou vermiculita) ou 3 folhas de papel filtro, sendo todos previamente esterilizados em autoclave por 25 minutos a 120°C e 1 atm. A areia e a vermiculita foram umedecidas inicialmente com 50mL de água autoclavada e o papel filtro com 15 mL, sendo reumedecidos quando necessário. Após a inoculação das sementes, as caixas foram fechadas e mantidas em sala de cultivo à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 16 horas, por um período de 45 dias, quando não foi mais observada germinação. Foram feitas as avaliações da germinação a cada dois dias.

Experimento II - Luz e temperatura na germinação das sementes

Foram estudadas duas condições de luminosidade (escuro contínuo e fotoperíodo de 16 horas) e quatro temperaturas, sendo três constantes (20, 25 e 30°C) e uma alternada ($20\text{-}30^\circ\text{C}$, sendo 20°C durante 8 horas e 30°C durante 16 horas), constituindo um experimento bifatorial com oito tratamentos.

Frutos coletados em março no distrito de Boca do Monte foram armazenados em refrigerador a 10°C por uma semana. Após este período foi feito o preparo das sementes conforme descrição no item 3.2.1. Em seguida, as mesmas foram inoculadas em caixas (25 por caixa) contendo 150 mL de vermiculita fina previamente esterilizada em autoclave por 25 minutos a 120°C e 1 atm. A

vermiculita foi umedecida inicialmente com 50mL de água esterilizada, sendo reumedecida, quando necessário.

Após a inoculação das sementes, as caixas foram mantidas em câmaras BOD a 20, 25, 30°C ou 20-30°C, com ausência ou presença de luz (fotoperíodo de 16 horas). Foram feitas avaliações semanais da germinação por 12 semanas, quando não foi observada mais germinação. Foi utilizada avaliação sob luz verde, para as sementes mantidas na ausência de luz.

Experimento III - Germinação das sementes em diferentes épocas de coletas dos frutos

Foram realizadas quatro coletas de frutos: fevereiro, março, abril e maio de 2014, no distrito de Boca do Monte, as quais constituíram os tratamentos. Todos os frutos coletados apresentavam-se maduros, considerando-se a coloração (Figura 4).

Após cada coleta, os frutos foram armazenados em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana. Após este período foi feito o preparo das sementes conforme descrição no item 3.2.1. Em seguida, as mesmas foram inoculadas em caixas (25 por caixa) contendo 150 mL de vermiculita fina previamente esterilizada em autoclave por 25 minutos a 120°C e 1 atm. A vermiculita foi umedecida inicialmente com 50 mL de água esterilizada, sendo reumedecida, quando necessário.

Após a inoculação das sementes, as caixas com as sementes foram mantidas em câmara BOD a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Foram feitas avaliações semanais da germinação por 56 dias, quando não foi observada mais germinação.



Figura 4 – Frutos maduros de *Vasconcellea quercifolia* A. St.- Hil., coletados em março de 2014 no distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS.

Experimento IV - Armazenamento de frutos e sementes em baixa temperatura e tratamentos pré-germinativos

Frutos coletados em março no distrito de Boca do Monte foram divididos em dois lotes e utilizados em dois estudos.

Estudo I – Armazenamento dos frutos a frio e tratamentos pré-germinativos

Os frutos foram armazenados em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana ou não (frutos frescos). Após, foi feito o preparo das sementes (conforme descrição no item 3.2.1), então estas passaram por três tratamentos pré-germinativos: resfriamento das sementes (sementes armazenadas nas mesmas condições dos frutos) por uma semana; imersão em solução de GA_3 a 125 mg L^{-1} (dissolvido em água destilada) por 24 horas ou imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas. Sementes também foram imediatamente inoculadas, sem pré-tratamentos (controle), resultando em um experimento bifatorial 2×4 : armazenamento de frutos em baixa temperatura (com ou sem) X três tratamentos pré-germinativos nas sementes e tratamento controle, totalizando oito tratamentos.

Estudo II – Armazenamento das sementes a frio e tratamentos pré-germinativos

Após a coleta dos frutos, estes foram armazenados em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana. Em seguida, as sementes foram retiradas e preparadas conforme descrito no item 3.2.1, e então separadas em dois lotes, sendo um armazenado nas mesmas condições dos frutos, por uma semana e o segundo usado imediatamente. Nos dois casos, antes da semeadura, as sementes passaram por dois tratamentos pré-germinativos: imersão em solução de GA_3 (125 mg L^{-1}) por 24 horas e imersão em água à temperatura ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) por 24 horas. Sementes também foram imediatamente inoculadas (tratamento controle). Este estudo foi um bifatorial 2×3 : armazenamento a frio das sementes (com ou sem) x

dois tratamentos pré-germinativos e tratamento controle, totalizando seis tratamentos.

Nos dois estudos, as sementes foram distribuídas em caixas (25 por caixa) contendo 150 mL de vermiculita fina previamente esterilizada em autoclave (25 minutos a 120°C e 1atm) e umedecida inicialmente com 50 mL de água destilada e autoclavada, sendo reumedecida, quando necessário. Foi utilizada semeadura sobre o substrato. Em seguida, as caixas foram fechadas com tampa de mesmo material e mantidas em sala de crescimento a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 16 horas. As avaliações da germinação das sementes foram semanais e encerraram-se aos 77 dias, quando não foi observada mais a germinação.

Experimento V - Armazenamento das sementes, tratamentos pré-germinativos e formas de semeadura

Frutos coletados em março no distrito de Pains, foram armazenados em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana. Após, as sementes foram retiradas dos frutos e preparadas conforme descrição no item 3.2.1 e, em seguida, divididas em dois lotes para utilização em dois estudos:

Estudo I - Período e temperatura de armazenamento das sementes

Foram testadas duas temperaturas de armazenamento: 25 e $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e cinco períodos de armazenamento (30, 60, 90, 120 e 150 dias), constituindo um experimento bifatorial 2 x 5, totalizando 10 tratamentos mais o controle (sementes não armazenadas).

As sementes foram armazenadas em embalagem de papel Kraft. Antes das semeaduras, as sementes foram preparadas conforme o item 3.2.1 e distribuídas em caixas (25 por caixa) sobre vermiculita fina (150 mL por caixa) previamente esterilizada e umedecida inicialmente com 50 mL de água esterilizada, sendo reumedecida, quando necessário. As caixas contendo as sementes foram mantidas em sala de crescimento a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ com fotoperíodo de 16 horas. As avaliações da germinação das sementes foram semanais durante 77 dias, quando não foi observada mais a germinação.

Sementes armazenadas nas duas temperaturas e em todos os períodos foram utilizadas para determinação do teor de água através do método de estufa a

105 ± 3°C, durante 24 horas. Foram utilizadas 60 sementes divididas em quatro repetições de 15 para cada tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso úmido das sementes, conforme as Instruções para análises de sementes de espécies florestais (BRASIL, 2013).

Estudo II – Teste de tetrazólio e teste de germinação das sementes em diferentes formas de semeadura e tratamentos pré-germinativos

O segundo lote de sementes foi armazenado em temperatura ambiente (25 ± 1°C) por 150 dias, sendo então as sementes utilizadas para o teste de tetrazólio e teste de germinação das mesmas.

Para avaliar a viabilidade das sementes armazenadas foi feito o teste de tetrazólio. Primeiramente foi feito o pré-condicionamento das sementes, através da imersão em água à temperatura ambiente (25 ± 1°C) por 24 horas. Decorrido este período, as sementes foram cortadas longitudinalmente (Figura 5), sendo uma das metades descartada e a outra colocada em becker, permanecendo totalmente submersa em solução de 2,3,5 cloreto de trifenil tetrazólio (pH 6,5) nas concentrações de 0,075, 0,15 e 0,3%, e mantidas no escuro à temperatura de 25 ± 1°C por 16 horas. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Após o desenvolvimento da coloração, os embriões foram lavados em água corrente e deixados submersos em água até o momento da avaliação, e de acordo com a extensão, intensidade dos tons avermelhados, presença de áreas brancas leitosas, aspecto dos tecidos e localização destas colorações em relação às áreas essenciais ao crescimento, os embriões foram individualmente colocados em categorias de viáveis e inviáveis, de acordo com padrões publicados por Grabe (1976), ISTA (1993) e Moore (1972), para algumas espécies agrícolas e florestais.

Parte das sementes armazenadas foi utilizada para avaliar o efeito das formas de semeadura e tratamentos pré-germinativos na germinação das sementes. Foram utilizadas duas formas de semeadura (entre e sobre vermiculita) e quatro tratamentos pré-germinativos: imersão em água à temperatura ambiente (25 ± 1°C), imersão em água quente (80°C), imersão em solução de GA₃ (previamente dissolvido em água destilada) em duas concentrações: 125 e 250 mg L⁻¹, sendo todos por um período de 24 horas, constituindo um experimento bifatorial 2 x 4, constituindo oito tratamentos, mais o controle (sementes armazenadas por 150 dias, semeadas sobre vermiculita, sem passar por tratamento pré-germinativo).

Em todos os tratamentos, as sementes foram distribuídas em caixas (25 por caixa) contendo 150 mL de vermiculita, sendo utilizada semeadura sobre ou entre vermiculita fina (profundidade de 0,5 cm) previamente esterilizada e umedecida inicialmente com 50 mL de água esterilizada, sendo reumedecida, quando necessário. Em seguida, as caixas foram mantidas nas mesmas condições descritas no estudo I, sendo realizadas avaliações semanais da germinação durante 77 dias, quando não foi observada mais a germinação.



Figura 5 - A: Semente de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil.; B: Corte longitudinal da semente; C: Embrião, circundado pelo endosperma da semente.

3.2.3 Avaliações dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições de 25 sementes, totalizando 150 sementes por tratamento, exceto o estudo II do experimento V: Teste de tetrazólio e teste de germinação das sementes em diferentes formas de semeadura e tratamentos pré-germinativos, neste, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, por tratamento.

Foram utilizados diferentes critérios para considerar a semente germinada. No experimento I (Germinação das sementes em diferentes substratos e formas de semeadura e no estudo II do experimento V (Teste de tetrazólio e teste de germinação das sementes em diferentes formas de semeadura e tratamentos pré-germinativos), o critério utilizado foi a emergência dos cotilédones, de acordo com Labouriau (1983). Este critério foi escolhido devido à utilização de profundidade de semeadura, em alguns tratamentos. Para os demais experimentos, foram

consideradas germinadas as sementes que apresentaram protusão de 0,3 cm da radícula.

Para todos os experimentos foram determinados a porcentagem de germinação (%G), conforme Labouriau e Valadares (1976) utilizando a fórmula $G = (N/A) \times 100$, onde N é o total de sementes germinadas e A é o número total de sementes colocadas para germinar e o índice de velocidade de germinação (IVG), calculado segundo Maguire (1962): $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$ onde: G1, G2, Gn = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N1, N2, Nn = número de dias, desde a primeira, segunda, até a última contagem.

Para os experimentos “Germinação das sementes em diferentes substratos e formas de semeadura”, “Luz e temperatura na germinação das sementes” e “Germinação das sementes em diferentes épocas de coletas” foi graficada a velocidade de germinação.

3.3 Emergência de plântulas em casa de vegetação

Frutos coletados em fevereiro no distrito de Boca do Monte foram armazenados a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana, então as sementes foram retiradas dos frutos e separadas em dois lotes. O primeiro passou por um método físico de remoção da camada mucilaginosa: as sementes foram friccionadas com areia contra a malha fina de uma peneira sob jato de água corrente até o rompimento e retirada total da camada mucilaginosa, o segundo lote não sofreu remoção da mucilagem. Em seguida, parte das sementes passou por secagem em temperatura ambiente por 72 horas e as demais foram imediatamente semeadas (sem passar por processo de secagem). A combinação destes fatores resultou em quatro tratamentos: com remoção da mucilagem e com secagem a temperatura ambiente por 72 horas (T1); com remoção da mucilagem e semeadura direta (T2); sem remoção da mucilagem e com secagem a temperatura ambiente por 72 horas (T3); sem remoção da mucilagem e semeadura direta (T4).

As semeaduras foram a 1,0 cm de profundidade, em bandejas de isopor, com 128 células individuais (25 cm^3), contendo substrato composto por uma mistura de

Mecplant® misto classe f (composto por casca de pinus, corretivo de acidez e fertilizantes minerais) e vermiculita fina, numa proporção 3:1, e mantidas em casa de vegetação com temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e irrigações diárias.

O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições de 128 sementes, totalizando 384 sementes por tratamento. As avaliações foram realizadas a cada quatro dias, por um período de oito semanas. Os parâmetros avaliados foram a porcentagem de emergência, conforme Labouriau e Valadares (1976) e o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962). Também foi feito o gráfico de velocidade de emergência.

Sementes que passaram pelos tratamentos 1 e 2 foram utilizadas para determinação do teor de água através do método de estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas. Foram utilizadas 60 sementes divididas em quatro repetições de 15, para cada tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso úmido das sementes, conforme as Instruções para análises de sementes de espécies florestais (BRASIL, 2013).

3.4 Análise estatística

Os dados observados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e transformados pela função $\sqrt{x+0,5}$, quando necessário. Quando o valor de “F” foi significativo, as médias foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para o processamento de dados foi utilizado o programa estatístico SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows, versão 4.0 (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimentos com germinação de sementes

Experimento I - Germinação das sementes em diferentes substratos e formas de semeadura

A análise de variância demonstrou que houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis analisadas, porcentagem de germinação ($p=0,0006$) e índice de velocidade de germinação ($p=0,0000$). A figura 6A mostra que a porcentagem de germinação foi maior quando a semeadura das sementes foi sobre vermiculita (77,3%), porém não diferiu da sobre areia (63,3%). Quando as sementes foram colocadas entre areia e entre papel filtro, as porcentagens de germinação diferiram significativamente da sobre vermiculita, verificando-se os menores valores, 51,3% e 48%, respectivamente. O maior índice de velocidade de germinação (Figura 6B) também foi obtido na semeadura sobre vermiculita (1,06), sendo este superior à semeadura sobre areia (0,80), entre areia (0,61) e entre papel filtro (0,56). Observa-se que nos tratamentos em que houve menor germinação, o índice de velocidade de germinação também foi menor, estabelecendo uma relação direta entre estas duas avaliações. Em todos os tratamentos, a germinação das sementes teve início aos oito dias após a semeadura, estabilizando aos 36 dias (Figura 7).

O uso da semeadura sobre vermiculita propiciou germinação rápida e uniforme. Provavelmente este substrato e a semeadura sobre o mesmo, proporcionaram além das condições de luz e oxigênio, umidade que melhor correspondem às exigências ecofisiológicas da espécie. A vermiculita apresenta fácil manuseio, é inorgânica, neutra, leve e possui boa capacidade de absorção e retenção de água, motivos pelos quais vem sendo bastante utilizada para testes de germinação com espécies florestais (SILVA et al., 2012). Segundo Rosa e Ohashi (1999), a influência do substrato sobre a germinação de sementes de espécies arbóreas é dependente, principalmente, das necessidades que cada espécie apresenta em termos de umidade.

De acordo com Figliolia et al. (1993), o substrato areia, apesar do bom desempenho, apresenta a desvantagem de drenar excessivamente a água, ficando a parte superior ressecada, além disso, a retenção e a distribuição da água ocorre desuniformemente e a água tende a se depositar na parte inferior do substrato. Entretanto, no presente estudo, a porcentagem de germinação na sementeira sobre areia não diferiu dos demais tratamentos (Figura 6A).

Vasconcellea quercifolia é uma espécie ecologicamente descrita como seletiva higrófito, crescendo preferencialmente em beira de córregos, várzeas e encostas úmidas (LORENZI, 2008). Apesar das sementeiras entre papel e entre areia também fornecerem boa umidade às sementes e serem indicadas às sementes sensíveis ao ressecamento, ambas restringem parcialmente a quantidade de luz que incide sobre as sementes, sendo recomendadas para sementes indiferentes ou pouco exigentes em relação à luz (FIGLIOLIA et al., 1993). Este fato pode ter contribuído para a obtenção de um menor desempenho nestes substratos quando as sementes foram distribuídas entre os mesmos e comparado à sementeira sobre vermiculita. Na figura 8 podemos observar a germinação de sementes de *V. quercifolia* sobre vermiculita e areia e entre papel filtro.

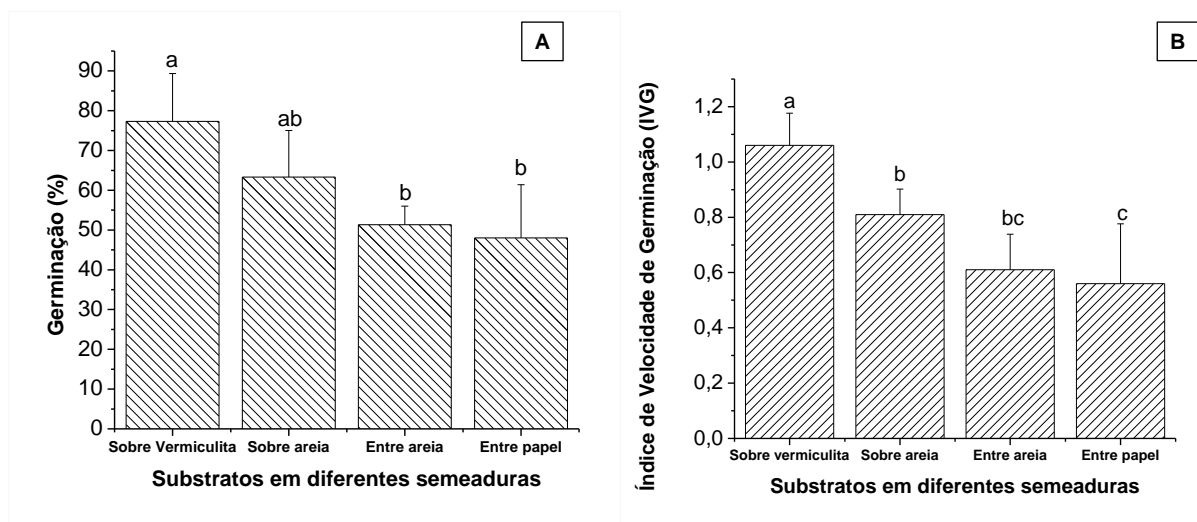


Figura 6 - Germinação de sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. testando-se duas formas de sementeira em diferentes substratos (areia, vermiculita e papel filtro). Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos ($P \leq 0.05$). Os dados representam a média \pm S.D de seis repetições.

Silva e Aguiar (2004), estudando a germinação das sementes de *Cnidoscopus phyllacanthus* (faveleira), arbusto da família Euphorbiaceae, observaram que no uso de papel filtro como substrato houve contaminação fúngica e uma menor capacidade de retenção de água, sendo necessário reumedecê-lo quase que diariamente, quando comparado com areia, papel germitest e vermiculita. Os autores não constataram diferenças entre os substratos para a germinação das sementes da espécie em questão. No presente estudo com *V. quercifolia* também pôde ser constatada tais observações, pois as sementes semeadas entre papel filtro e entre e sobre areia necessitaram de maior reposição de água. Além disso, a sementeira entre papel também apresentou maior contaminação fúngica (dados não demonstrados).

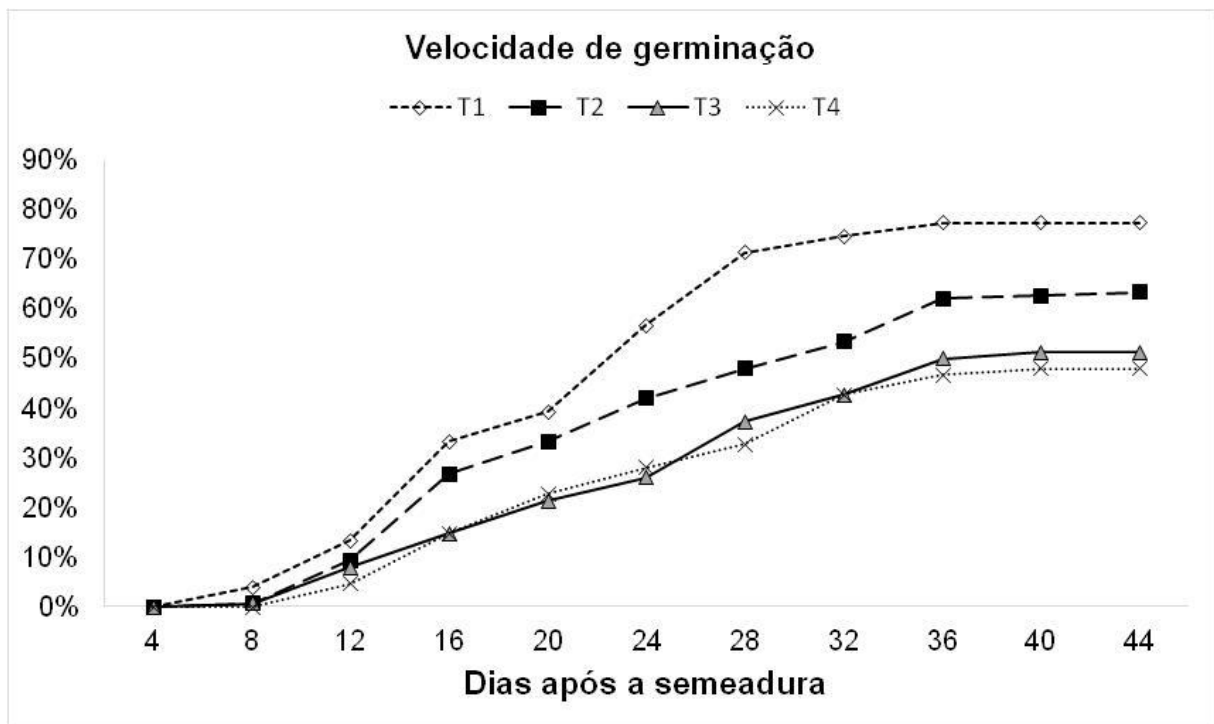


Figura 7 - Velocidade de germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. em duas formas de sementeira, utilizando diferentes substratos, sendo T1: sobre vermiculita; T2:sobre areia; T3:entre areia; T4: entre papel filtro. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014.

Pacheco et al. (2006), comparando as sementeiras entre e sobre papel filtro, areia, vermiculita e pó de coco, observaram que todos os substratos e formas de sementeira foram adequados à germinação de *Myracrodruon urundeuva*, no entanto, os autores recomendaram o uso da sementeira entre e sobre vermiculita,

porque além do bom desempenho germinativo, não foi necessário o reumedecimento diário. Contrariando os resultados obtidos para *V. quercifolia*, Brasil (2009) recomenda a utilização de sementeira entre areia e em rolo de papel para *Carica papaya*, espécie cultivada da família Caricaceae. Entretanto, na espécie *Mimosa caesalpinia* (Fabaceae), Alves et al. (2002) estudaram as formas de sementeiras entre papel, areia e vermiculita e sobre papel, verificando que sementes colocadas entre papel apresentaram maiores porcentagens de germinação e índice de velocidade de germinação.



Figura 8 - Germinação de sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. coletadas em fevereiro de 2014 de indivíduo crescendo naturalmente no distrito de Boca do Monte, Santa Maria RS, em diferentes formas de sementeira e substratos. A: semente germinada sobre areia, 20 dias após a sementeira. B: semente germinada sobre vermiculita, aos 20 dias. C: semente germinada entre papel filtro, aos 28 dias.

Experimento II - Luz e temperatura na germinação das sementes

Neste experimento as avaliações foram encerradas 84 dias após a instalação do experimento. Houve interação significativa entre os fatores analisados (luz e temperatura) para a porcentagem de germinação ($p=0,0000$) e para o índice de velocidade de germinação ($p=0,0000$) (Figura 9).

Dentre as sementes expostas à luz, o maior potencial germinativo ocorreu na temperatura de 25°C, (70%), já para as sementes que permaneceram na ausência de luz, o maior potencial germinativo ocorreu em temperatura alternada 20-30°C (60%). Nos demais tratamentos, tanto na ausência como na presença de luz, os percentuais de germinação foram inferiores. Na presença de luz, a temperatura alternada de 20-30°C, promoveu 45% de germinação e as temperaturas constantes de 30 e 20°C, 25% e 19%, respectivamente. Na ausência de luz, não houve germinação nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C, e aos 20°C poucas

sementes germinaram (5%), demonstrando que temperaturas constantes associadas à ausência de luz inibiram o processo germinativo em sementes desta espécie (Figura 9A).

As condições de temperatura e regime de luz que demonstraram ser mais eficientes para a germinação das sementes (25°C na presença de luz e alternada 20-30°C, na ausência de luz) também foram para o índice de velocidade de germinação, apresentando índice de 0,58 e 0,64 respectivamente. Nos demais tratamentos, os valores foram inferiores, não diferindo entre si, tanto na presença como na ausência de luz (Figura 9B).

A avaliação da germinação iniciou-se aos 14 dias após a semeadura, nos dois tratamentos em que ocorreu o maior potencial germinativo, e também no tratamento com temperatura alternada 20-30°C e presença de luz. Nos dois primeiros tratamentos observou-se germinação rápida e uniforme. Nos demais tratamentos, quando houve germinação, esta iniciou a partir dos 28 dias, apresentando-se lenta e desuniforme (Figura 10). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) a temperatura influencia a velocidade de absorção de água e participa diretamente das reações bioquímicas que determinam o processo de germinação das sementes, para os autores, tanto o efeito da temperatura como o da luz, varia muito entre diferentes espécies e populações.

De acordo com Borges e Rena (1993), a faixa de 20 a 30°C demonstra ser adequada à germinação de um grande número de espécies tropicais e subtropicais, uma vez que essas são as temperaturas encontradas em suas regiões de origem, na época propícia à germinação natural. Desta forma, para sementes de espécies florestais da região amazônica como o *Maquira sclerophylla* (pau-tanino), *Genipa americana* (jenipapo), *Parkia platycephala* (faveira-preta) e *Oenocarpus minor* (bacabinha), 30°C é a temperatura mais favorável para germinação (MIRANDA; FERRAZ, 1999; NASCIMENTO et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2003; SILVA et al., 2006). Já para espécies das matas da região Sudeste e Sul do país, as temperaturas mais adequadas à germinação, na maioria dos casos, são mais amenas, como por exemplo, para *Euterpe edulis* (palmitero - juçara), *Cedrella fissilis* (cedro), *Albizia niopoides* (angico vermelho), *Acácia mearnsi* (acácia), *Entorolobium contortissiliquum* (timbaúva), a temperatura ótima é de 25 °C (BRASIL, 2013). No entanto, muitas espécies germinam melhor em temperaturas alternadas, 20-30°C ou

20-35°C como *Carica papaya* (mamoeiro) e *Handroanthus serratifolius* (ipê amarelo) (BRASIL, 2009).

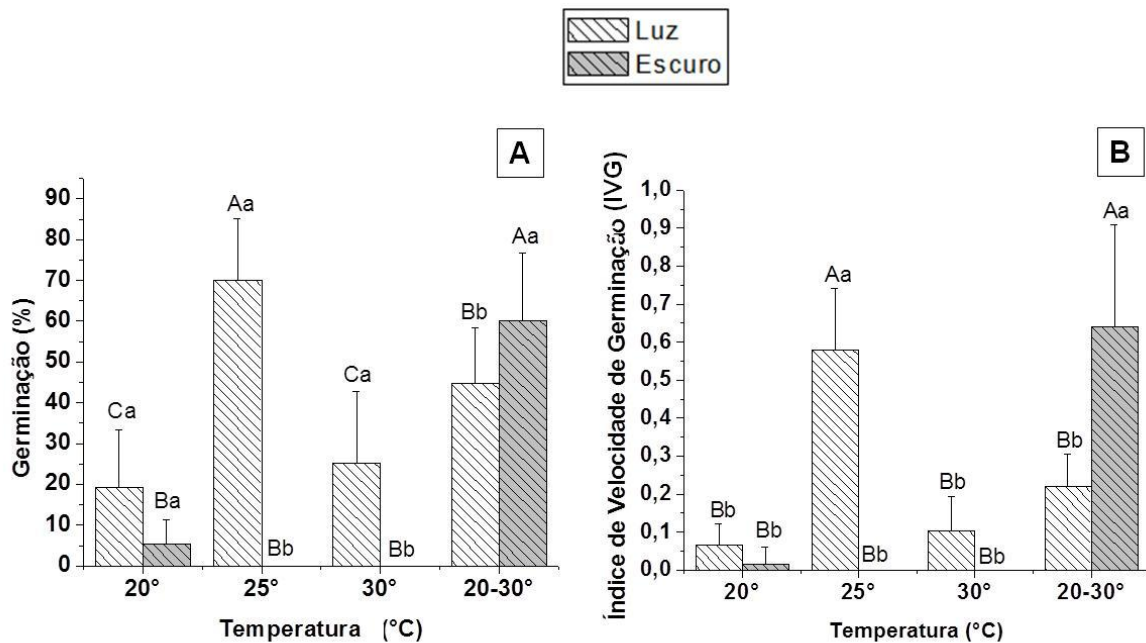


Figura 9 - Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014.*Letras maiúsculas indicam comparação entre temperatura dentro do mesmo regime de luz, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre regimes de luminosidade dentro da mesma temperatura ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de seis repetições.

A alternância de temperatura corresponde às flutuações naturais encontradas nas clareiras, atua promovendo a germinação (COPELAND; MCDONALD, 1995). Para Bewley e Black (1994), a alternância de temperaturas favorece o processo germinativo, sendo este fato mais comum para espécies não domesticadas e de estádios sucessionais iniciais (BORGES; RENA, 1993; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Nas sementes de *V. quercifolia*, espécie pioneira (LORENZI, 2008), possivelmente a temperatura alternada 20-30 °C, principalmente na ausência de luz, desencadeou um estresse nas sementes, aumentando o potencial germinativo das mesmas. Esta temperatura também foi eficaz para a promoção da germinação em sementes de espécies arbóreas florestais tropicais como em *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) (SOUZA, 2010), *Acacia polyhylla* (acácia) (SILVA et al., 2007) e *Croton floribundus* (capixingui) (ABDO; PAULA, 2006), nas quais foi verificada uma alta

porcentagem de germinação utilizando temperaturas alternadas de 20-30°C, enquanto que em outros estudos, a alternância de temperatura não foi eficiente na promoção da germinação em sementes de *Cassia leptophylla* e *Senna macranthera* (PAULA, 2011).

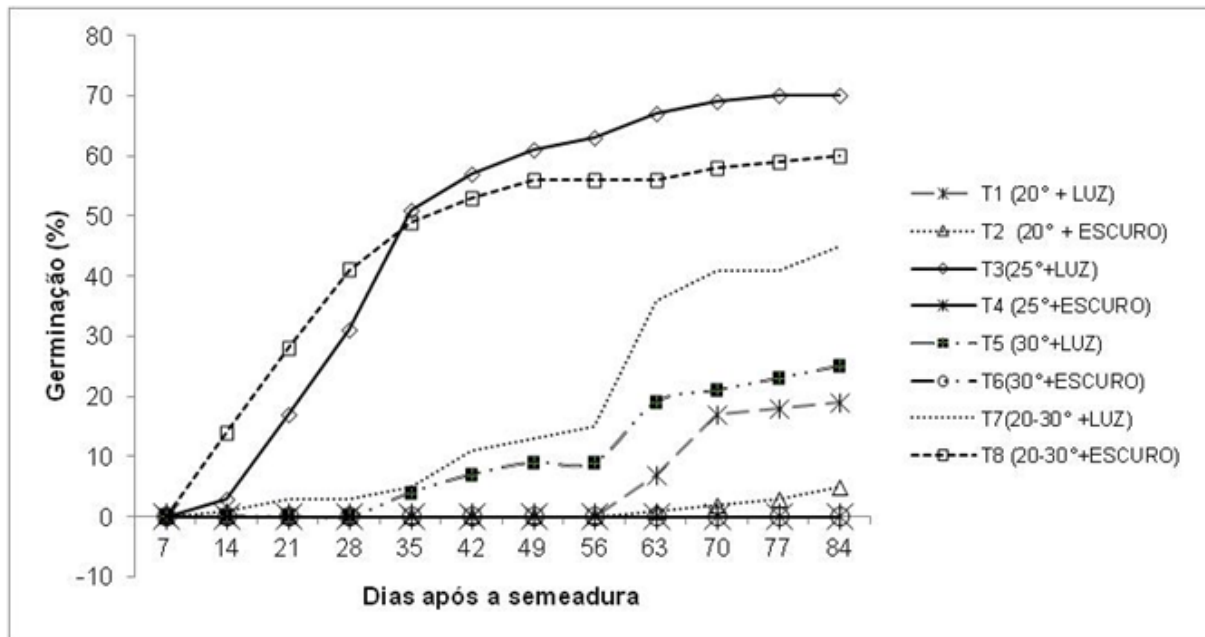


Figura 10 - Velocidade de germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St. -Hil. submetidas a diferentes regimes de luz e temperatura. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria - RS, 2014.

Comparando-se a germinação das sementes de *V. quercifolia*, na presença ou ausência de luz e nas temperaturas constantes 20, 25 e 30°C, observa-se um aumento significativo do potencial germinativo na presença de luz branca, indicando que a luz é promotora da germinação. Por outro lado, observando-se os resultados da germinação na ausência de luz e nestas temperaturas constantes, a germinação de *V. quercifolia* foi nula ou inexpressiva. De acordo com Cardoso (2004) a germinação das sementes em relação à luz é uma resposta ecofisiológica da espécie, que está relacionada com o seu posicionamento no estágio sucessional da floresta. As espécies pioneiras, no geral, necessitam de luz para germinar, enquanto as espécies de estágio sucessional mais avançado tendem a ser indiferentes, o que poderia explicar a germinação de *Vasconcellea quercifolia* ter sido favorecida pela luz em todas as temperaturas constantes testadas. As figuras 11 e 12 mostram as fases da germinação das sementes submetidas a regime de luz

e temperatura de 25°C e plântula de *V. quercifolia*, 20 dias após a semeadura (d.a.s.), respectivamente.

Para Cardoso (2004), a influência da luz na germinação das sementes é denominado fotoblastismo, e as sementes podem ser classificadas de acordo com seu comportamento germinativo em relação à presença ou ausência de luz, como: fotoblásticas positivas (possuem maior germinabilidade na luz), fotoblásticas negativas (possuem maior germinação no escuro) ou afotoblásticas (sementes indiferentes à luz). Klein e Felipe (1991) classificaram ainda as sementes em fotoblásticas positivas preferenciais, quando a germinação também ocorre na ausência de luz, porém com menor representatividade. A ativação da germinação das sementes pela luz está ligada a um sistema de pigmentos denominado fitocromo, que ao absorver luz num determinado comprimento de onda, muda de estrutura bioquímica e permite, ou não, a resposta fotomorfo genética favorável ao processo germinativo (BORGES; RENA, 1993).

Conforme Ferreira et al. (2001), a combinação de diferentes temperaturas e a presença ou ausência de luz são fatores desencadeadores da germinação. Muitas espécies tem seu fotoblastismo alterado em função da temperatura, por exemplo, as sementes de *Vochysia tucanorum* foram indiferentes à luz a 25°C e, quando a temperatura diurna foi de 30°C, detectou-se fotoblastismo positivo, demonstrando que flutuações diárias deste parâmetro podem promover ou acelerar a germinação de acordo com a sua amplitude (BARBOSA et al.,1999). As sementes de *Vasconcellea quercifolia* também apresentaram fotoblastismo alterado em função da temperatura, podendo ser consideradas fotoblásticas positivas preferenciais, nas temperaturas constantes de 20, 25 e 30°C, e afotoblásticas em temperatura alternada 20-30 °C, o que está de acordo com Smith (1975), que afirma que em algumas espécies o requerimento de luz para germinação das sementes é fortemente influenciado pela temperatura. A interação entre a luz e a temperatura foi bem representada pelo autor, em estudo com diferentes lotes de sementes de *Lactuca sativa* (alface), nestes, ocorreram sensibilidades distintas à luz, mas em todos os lotes submetidos a baixas temperaturas, as sementes germinaram independente do regime de luz. No entanto, em temperaturas altas observou-se dormência induzida pela temperatura, já em temperaturas intermediárias ocorreu germinação somente sob luz branca. Conforme Laboriau (1983), a sensibilidade da

semente ao efeito da luz varia de acordo com a qualidade, a intensidade luminosa e tempo de irradiação, bem como com o período e a temperatura de embebição.

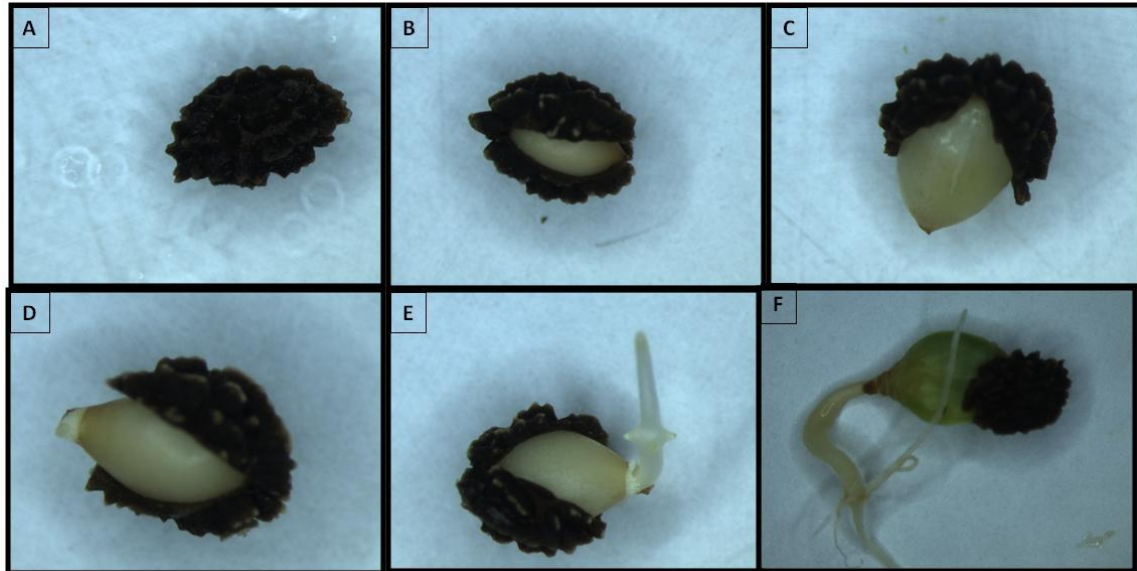


Figura 11 - Fases da germinação de sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St. -Hil. submetidas a regime de luz e temperatura de 25°C. **A:** Semente túrgida, 3 dias após a sementeira; **B:** Início do rompimento dos tegumentos da semente, aos 6 dias após a sementeira (d.a.s.); **C** Semente aberta, com exposição do endosperma, aos 8 dias d.a.s.; **D:** Início da emissão da radícula aos 10 d.a.s.; **E:** Crescimento da radícula, aos 15 d.a.s.; **F:** Emissão dos cotilédones aos 20 d.a.s.



Figura 12 – Plântula de *Vasconcellea quercifolia* A. St. -Hil., 20 dias após a sementeira (d.a.s.), em regime de luz, com fotoperíodo de 16 horas sob intensidade luminosa de 36 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e temperatura de 25°C.

Experimento III - Germinação das sementes em diferentes épocas de coletas dos frutos

A análise de variância demonstrou que houve diferença significativa entre as épocas de coleta para a porcentagem ($p=0,0000$) e índice de velocidade de germinação ($p=0,0000$). A figura 13 mostra os resultados da germinação das sementes. Estas apresentaram porcentagem máxima de 80% quando coletadas em fevereiro, não diferindo das sementes obtidas no início de março (63%). As sementes coletadas em abril e maio apresentaram redução acentuada na porcentagem de germinação, ambas com 9,3%, diferindo das demais épocas (Figura 13A). Os resultados para o índice de velocidade de germinação (IVG) mostraram a mesma tendência da porcentagem de germinação (Figura 13B). Sementes coletadas em fevereiro apresentaram valor de IVG estatisticamente superior às demais (1,1), o valor para as sementes coletadas em março (0,55) foi superior ao valor das sementes coletadas em abril e maio (0,06 e 0,09, respectivamente). De acordo com Santana e Ranal (2004), este índice representa o vigor das sementes e maiores valores indicam que as sementes germinaram mais rapidamente e de forma homogênea, sendo portanto mais vigorosas. Estes resultados podem ser melhor observados na figura 14 a qual mostra a velocidade de germinação em função das épocas de coletas, sementes coletadas mais tardiamente apresentaram um atraso no início da germinação e nas coletas de fevereiro e março, as sementes iniciaram a germinação respectivamente, aos sete e 14 dias após a semeadura (d.a.s.), demonstrando-se rápida e uniforme nestas duas datas, diminuindo sua velocidade aos 28 e 42 dias respectivamente. As sementes coletadas nos meses de abril e maio, começaram a germinar aos 21 e 14 d.a.s. respectivamente, aumentando a taxa de germinação gradualmente até os 56 d.a.s. (Figura 14).

Para Lorenzi (2008), o amadurecimento dos frutos de *V. quercifolia* ocorre quase simultaneamente até fevereiro no Rio Grande do Sul, entretanto neste estudo, realizado na região de Santa Maria (RS), o ápice de produção de frutos ocorreu no mês de fevereiro, estendendo-se até o mês de abril, quando se evidenciou uma menor produção de frutos. Algumas espécies podem ter uma maior extensão no período de maturação, o que resulta na produção de frutos maduros distribuídos por um longo período (CARNEIRO; AGUIAR, 1993). Para os autores definir a época de

coleta depende de vários fatores como tipo de fruto, tipos de predação e dispersão, longevidade natural das sementes e a extensão do período de frutificação. Em relação a este último fator, por exemplo, espécies como *Pinus oocarpa* possuem um amplo período de maturação, durante o qual são encontrados na mesma árvore e época cones em diferentes estádios de desenvolvimento (BERTOLANI; NICOLIELO, 1978), ocorrendo o mesmo para *Eucalyptus grandis* (AGUIAR; KAGEYAMA, 1987), e para muitas espécies pioneiras, que apresentam períodos mais longos de frutificação (KAGEYAMA; VIANA, 1991). Apesar disso, períodos longos de frutificação não garantem a produção de sementes viáveis ou quiescentes por todo este período (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

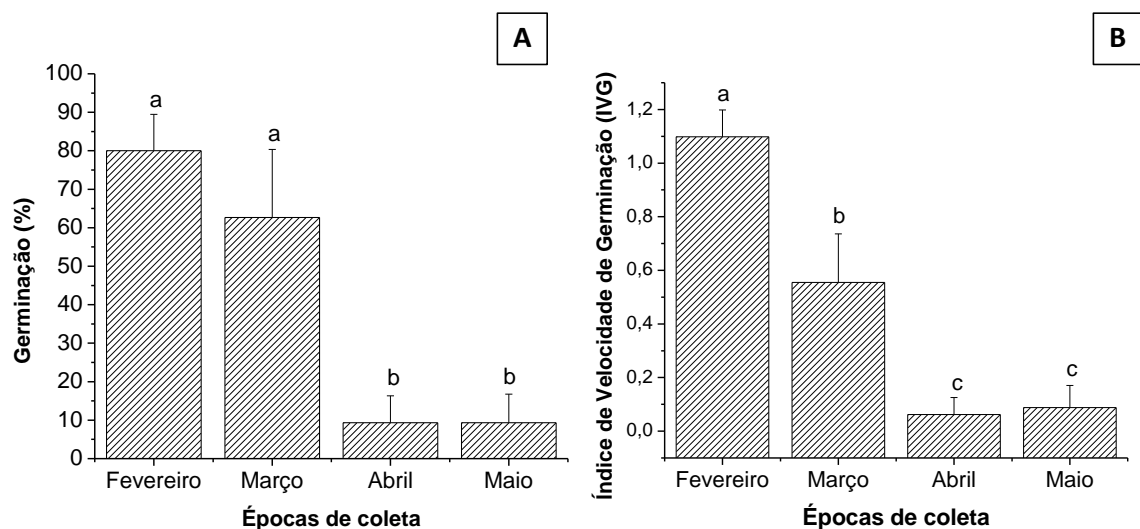


Figura 13 - Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil., testando-se quatro épocas de coleta dos frutos. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado, Santa Maria, 2014. Letras diferentes indicam diferença significativa entre as coletas ($P \leq 0,05$). Os dados foram apresentados como média \pm SD de seis repetições.

Segundo Aroucha et al. (2005) a época de desenvolvimento dos frutos influencia significativamente a germinação e vigor das sementes de *Carica papaya* (mamão), espécie da mesma família de *V. quercifolia*. Tokuhisa et al. (2007) verificaram que sementes de mamão retiradas de frutos colhidos em diferentes épocas do ano apresentaram diferentes níveis de dormência, sendo esta mais evidente em sementes retiradas de frutos maduros no inverno. Já sementes obtidas

de frutos colhidos em períodos de temperaturas elevadas não apresentaram dormência pós-colheita. O mesmo foi constatado por Tokuhisa et al. (2008) em *Carica papaya* quando comparada a germinação das sementes retiradas de frutos maduros colhidos no inverno com frutos colhidos no verão.

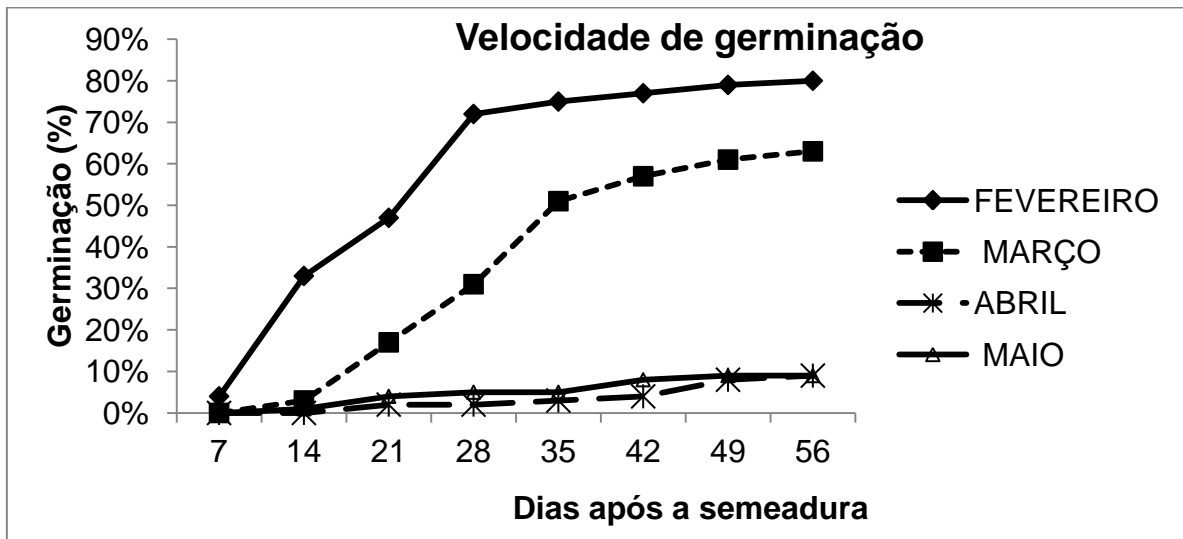


Figura 14 - Velocidade de germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. coletadas em diferentes épocas. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado, Santa Maria, 2014.

Os resultados obtidos no presente estudo com sementes de *V. quercifolia* corroboram os descritos acima. A diminuição tanto da porcentagem de germinação, como do índice de velocidade de germinação das sementes desta espécie pode estar associada à dormência das sementes pós-coleta dos frutos. Sementes dormentes não germinam logo após a coleta devido a mecanismos internos, de natureza física ou fisiológica, que bloqueiam a germinação por período de tempo variável com o genótipo, com o estágio de maturação do fruto e com as condições ambientais durante a maturação, dentre outros fatores (BASKIN; BASKIN, 1998; CARDOSO, 2004).

Experimento IV - Armazenamento de frutos e sementes em baixa temperatura e tratamentos pré-germinativos

Estudo I – Armazenamento dos frutos em baixa temperatura e tratamentos pré-germinativos

Houve interação significativa entre os fatores armazenamento dos frutos e tratamentos pré-germinativos das sementes para a porcentagem de germinação ($p=0,0000$) e para o IVG, ($p=0,0000$). A germinação iniciou aos 14 dias e dentre as sementes retiradas de frutos não armazenados a maior porcentagem de germinação ocorreu após a embebição em água por 24 horas à temperatura de 25°C (83%). Os demais tratamentos pré-germinativos foram inferiores, sendo a imersão em GA₃ o tratamento que apresentou a melhor média entre eles (54%). Para as sementes retiradas de frutos armazenados, a imersão em GA₃ na concentração de 125 mg L⁻¹ resultou na maior porcentagem de germinação (82%), porém esta não diferiu do resultado obtido com as sementes que não passaram por tratamento pré-germinativo (controle), com 67% de germinação, os demais tratamentos foram inferiores. A embebição em água após o armazenamento dos frutos, o tratamento controle e o resfriamento das sementes em refrigerador (estes dois últimos em sementes retiradas de frutos não armazenados), apresentaram baixo potencial germinativo (26,7 a 32%). No entanto, a menor porcentagem de germinação foi observada nas sementes de frutos armazenados e que passaram também por resfriamento em refrigerador (7,33%) (figura 15 A).

A figura 15 B mostra os resultados para o IVG. Nas sementes retiradas de frutos armazenados o maior valor foi observado com a imersão em GA₃ (0,88), no entanto este não diferiu do valor obtido com sementes sem tratamento pré-germinativo (controle) (0,56), já os demais valores foram estatisticamente inferiores, sendo o menor valor encontrado nas sementes que passaram por resfriamento (0,05). Para as sementes retiradas de frutos não armazenados a embebição em água e a imersão em GA₃ a 125 mg L⁻¹, ambas por 24 horas, foram superiores aos demais tratamentos, com 0,61 e 0,59 de IVG, respectivamente.

Em sementes oriundas de frutos frescos (não armazenados), a embebição em água foi mais eficiente na germinação das mesmas, observando-se o maior potencial germinativo. No processo de embebição e germinação de sementes, a água é o principal agente estimulador e controlador, pois proporciona o

amolecimento do tegumento, acréscimo no volume do embrião e dos tecidos de reserva, aumento nos estímulos à digestão, à translocação e à assimilação dos nutrientes, com conseqüente crescimento do eixo embrionário (VILELLA, 1998). Além disso, o tegumento fica mais permeável às trocas gasosas proporcionando aumento da atividade respiratória e de todos os outros eventos metabólicos necessários à retomada do crescimento do eixo embrionário (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Segundo os autores, para muitas espécies, um período de embebição das sementes em água é eficiente, especialmente para as que têm longo período de germinação, buscando reduzir o tempo médio necessário para este.

A imersão em água à temperatura ambiente (25°C) por 24 horas é um procedimento simples e eficaz, tendo sido utilizado para acelerar e uniformizar a germinação em espécies tropicais como *Euterpe edulis*, *Copaifera langsdorffi*, *Genipapa americana* e *Senna multijuga* (GARCIA; AZEVEDO, 1999). Para Cardoso (2004), a semente deve atingir determinado conteúdo de água para iniciar a germinação, e este depende da espécie. No presente estudo, apesar dos resultados obtidos com sementes de *V. quercifolia* oriundas de frutos frescos, a embebição em água (tratamento de imersão das sementes em água destilada por 24 horas) das mesmas após o armazenamento dos frutos em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ não foi eficiente para a germinação (33%). Entretanto, neste tratamento observou-se alta contaminação fúngica, fator que pode ter influenciado negativamente os resultados.

Conforme Taiz e Zeiger (2011), uma das alterações metabólicas desencadeadas pela embebição está ligada à ativação do gene responsável pela síntese de giberelinas e demais fitormônios promotores do crescimento. As giberelinas favorecem a produção de enzimas hidrolíticas que degradam reservas do endosperma durante a germinação, enfraquecendo os tecidos que circundam o embrião, facilitando a protusão da radícula. No presente estudo com *V. quercifolia*, sementes de frutos previamente armazenados à baixa temperatura e tratadas com GA_3 (125 mg L^{-1}), demonstraram potencial germinativo de 82% e o maior IVG (0,88). Para Braun et al. (2010), a aplicação do ácido giberélico, que é um ativador enzimático endógeno, pode dobrar a síntese de proteínas nas sementes, além de promover maior taxa e uniformidade de germinação, pela atuação no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento. Segundo Guerra (2004), a combinação deste regulador de crescimento com baixas temperaturas está diretamente associada à promoção da germinação

em sementes de algumas espécies. Este fator poderia justificar o maior IVG verificado neste tratamento para sementes da espécie em estudo. Marco Filho (2005) ressalta que os fitohormônios, destacando as giberelinas, promovem a germinação das sementes quando atingem concentrações fisiologicamente ativas específicas. De acordo com Guerra (2004), mudanças nos níveis endógenos de GA₃ nas sementes normalmente são observadas como resposta ao tratamento com baixas temperaturas. Possivelmente, a combinação do tratamento de frio nos frutos e posterior aplicação de GA₃ nas sementes tenha contribuído para a ocorrência de elevado potencial germinativo e vigor em sementes de *V. quercifolia*.

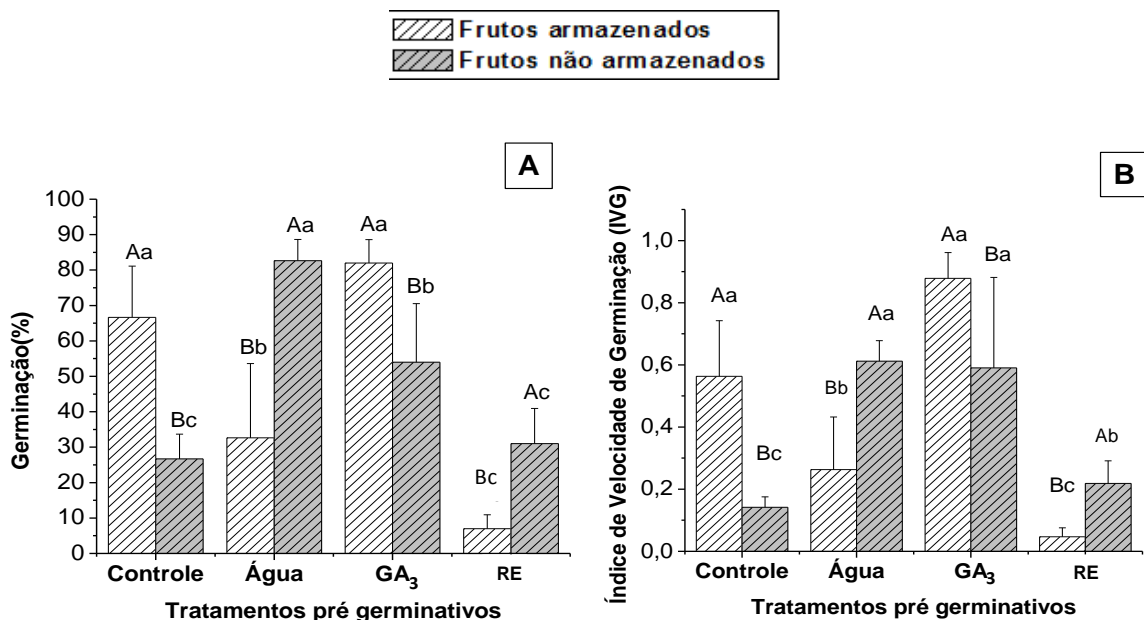


Figura 15: Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil., retiradas de frutos armazenados ou não em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$, por sete dias. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. Controle: sementes imediatamente inoculadas; Água: Imersão das sementes em água destilada por 24 horas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$; GA₃: Imersão das sementes em ácido giberélico (GA₃) na concentração de 125 mg L^{-1} por 24 horas; RE: Resfriamento das sementes (armazenamento em refrigerador a $10 \pm 1^\circ\text{C}$, por sete dias). *Letras maiúsculas indicam comparação entre armazenamento de frutos, dentro do mesmo tipo de tratamento germinativo, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre tratamentos pré-germinativos dentro do mesmo armazenamento de frutos ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de seis repetições.

Sementes de frutos armazenados em baixa temperatura e que não passaram por tratamentos pré-germinativos (controle) apresentaram porcentagem de germinação de 67% e IVG igual a 0,56. Estes valores são superiores ao dobro dos

observados nas sementes nestas condições e retiradas de frutos frescos, 27% e 0,14, respectivamente, demonstrando que o tratamento dos frutos com baixa temperatura tem um efeito promotor da germinação nas sementes da espécie em estudo. Resultados semelhantes foram observados por Balbinot (2004) e Aroucha (2004) em *Carica papaya*, evidenciando a necessidade do armazenamento dos frutos em baixa temperatura para melhorar o vigor das sementes e aumentar o potencial germinativo. Em concordância, sementes de *Carica papaya* var. *formosa*, oriundas de frutos armazenados a 10°C por 10 dias tiveram aumento acentuado no potencial germinativo (91%), quando comparado às sementes retiradas de frutos que não passaram por período de armazenamento em baixa temperatura (46,5%) (MARTINS et al., 2006). Para Cuquel (1994), o armazenamento dos frutos nestas condições mantém a umidade das sementes elevada, o que também pode alterar o balanço hormonal das sementes, aumentando os promotores da germinação. Possivelmente o armazenamento dos frutos em baixa temperatura tenha aumentado a relação GA₃ - ABA, auxiliando na germinação de sementes de *V. quercifolia*, já que o GA₃ é o principal hormônio envolvido na promoção da germinação de sementes.

Sementes retiradas de frutos armazenados a ±10°C e mantidas por uma semana nestas condições de resfriamento apresentaram os menores valores de germinação (7%) e IVG (0,05). Possivelmente, o acúmulo de tempo de exposição à baixa temperatura dos frutos e depois das sementes, tenha desencadeado dormência secundária nestas. Segundo Cardoso (2004), a dormência secundária surge quando a semente é exposta a estresses ambientais como temperaturas extremas, baixos níveis de oxigênio, baixos potenciais hídricos, teores elevados de CO₂, luz rica em vermelho extremo, etc. Este período acumulado de exposição à baixa temperatura pode ter promovido um estresse nas sementes de *V. quercifolia*, que resultou na diminuição da relação GA₃-ABA, e conseqüentemente aumento da ação do ABA nas sementes, hormônio conhecido por induzir a dormência em sementes. Resultados semelhantes foram observados por Costa e Ribeiro (2010) onde sementes de *Myrsine parvifolia* (capororoca) entraram em dormência secundária após estocagem a 5°C por 60 dias antes da semeadura. Entretanto, segundo Ferreira e Borguetti (2004), *Pyrus communis*, *Malus sylvestris*, *Vitis vinifera* e algumas espécies dos gêneros *Pinus* são exemplos de plantas cultivadas cujas sementes precisam de um período de resfriamento antes da semeadura para germinarem.

Estudo II – Armazenamento das sementes em baixa temperatura e tratamentos pré-germinativos

As avaliações deste estudo foram encerradas aos 77 dias após a instalação do experimento e a germinação iniciou-se aos sete dias após a semeadura. Houve interação significativa entre os fatores analisados (armazenamento a frio das sementes e tratamentos pré-germinativos das mesmas) para a porcentagem de germinação ($p=0,0001$) e para o IVG ($p=0,0000$). Dentre as sementes que não foram armazenadas em baixa temperatura, o maior potencial germinativo ocorreu após imersão em GA_3 a 125 mg L^{-1} (82% de germinação e 0,88 de IVG), sendo que para a porcentagem de germinação, este tratamento não diferiu estatisticamente das sementes que não passaram por tratamentos pré-germinativos (controle) (67%) (Figura 16 A e B), porém estas últimas apresentaram menor IVG (0,56), demonstrando-se menos vigorosas, o tratamento de embebição em água foi inferior, tanto para a porcentagem de germinação como para o IVG. O armazenamento das sementes a frio resultou em diminuição acentuada da germinação e IVG, não havendo diferença estatística entre os tratamentos, obtendo-se uma média geral de 7,55% de germinação e 0,06 para o IVG (Figura 16 B).

Observou-se que nas sementes não armazenadas, a aplicação de GA_3 (125 mg L^{-1}) promoveu a germinação, sendo obtida a maior porcentagem desta. No entanto, esta variável não diferiu do tratamento controle. A figura 17 mostra detalhes da germinação de sementes que não passaram por armazenamento em baixa temperatura.

Para sementes armazenadas a 10°C , tanto o tratamento controle, como os tratamentos pré-germinativos (embebição das sementes em água e a aplicação de GA_3) não foram eficientes, ocorrendo baixo potencial germinativo. Conforme Bewley e Black (1994), fatores ambientais como umidade, temperatura e oxigênio podem influenciar na fase de pós-maturação das sementes. Para as sementes de *V. quercifolia* a baixa temperatura a que estas foram expostas possivelmente tenham afetado negativamente os processos germinativos. Entretanto, segundo Baskin e Baskin (1998), para muitas espécies vegetais que não germinam logo após a dispersão, períodos de armazenamento a frio favorecem a germinação de sementes. Contudo, Lobler et al. (2013) testando a influência do armazenamento de sementes

da espécie herbácea *Solidago chilensis* a 10°C, por 15 dias, não constatou melhoria na germinação.

Para Fowler (2001) sementes com dificuldades em iniciar o processo germinativo podem ser beneficiadas com a embebição em água à temperatura ambiente (25°C) por 24 horas. Nestes casos, segundo o autor, este tipo de tratamento já é suficiente para hidratar a semente, eliminando o problema decorrente dos períodos de armazenamento, que podem causar a secagem excessiva das sementes, impedindo-as de absorver água e iniciar o processo germinativo. As sementes de *V. quercifolia* armazenadas em baixa temperatura não

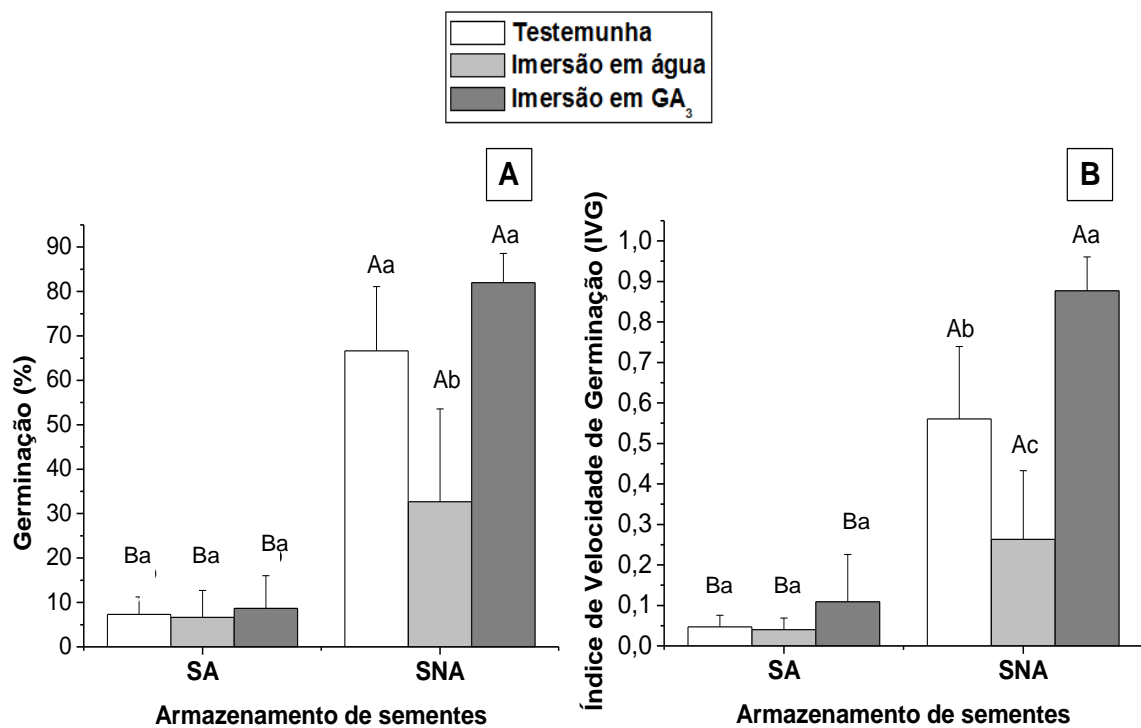


Figura 16 - Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. retiradas de frutos armazenados por sete dias em refrigerador a $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. SA: sementes armazenadas por sete dias a $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$; SNA: Sementes não armazenadas. * Letras maiúsculas indicam comparação entre armazenamento de sementes, dentro do mesmo tipo de tratamento germinativo, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre tratamentos pré-germinativos dentro do mesmo armazenamento de sementes ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm SD de seis repetições.

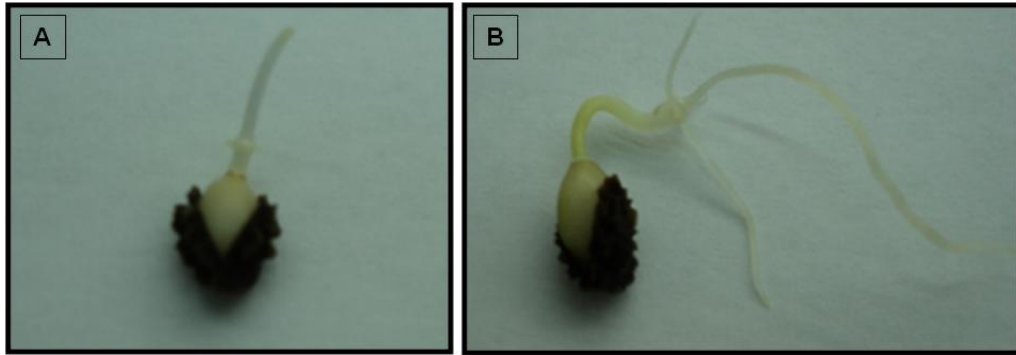


Figura 17 - Germinação das sementes de *V. quercifolia* A. St.-Hil., retiradas de frutos armazenados por sete dias em refrigerador a $\pm 10^{\circ}\text{C}$. A: Detalhe da abertura do tegumento, exposição do endosperma e surgimento do hipocótilo e raiz primária; B: Detalhe do surgimento das raízes secundárias.

responderam positivamente aos tratamentos, indicando que não há relação direta entre uma possível desidratação das sementes e a redução brusca do potencial germinativo.

A determinação de um tratamento pré-germinativo eficiente depende do tipo de dormência a que as sementes foram induzidas. A dormência é um dos aspectos da biologia de sementes menos conhecido, particularmente, devido ao fato de estar relacionado a múltiplas causas (FINKELSTEIN et al., 2008). Em sementes de diversas espécies, a dormência pode ser ocasionada por um balanço hormonal desfavorável entre promotores da germinação, como as giberelinas, e inibidores, como o ácido abscísico (BEWLEY; BLACK, 1994). No entanto, para *Vasconcellea quercifolia*, a aplicação de GA_3 não influenciou na germinação das sementes, quando estas foram armazenadas a baixa temperatura. Conforme Agustí e Almela (1991), a resposta das plantas ao uso de reguladores de crescimento depende de muitos fatores, principalmente genéticos e ambientais, pois estes interferem no nível endógeno de hormônios e de suas substâncias antagonistas.

Muitos autores têm utilizado aplicação de giberelina para superar a dormência em sementes de *Carica papaya*. Porém, Chacko e Singh (1966) observaram que o uso de GA_3 a 50, 100, 250, 500 e 1000 ppm não aumentou a percentagem de germinação, embora a concentração de 500 ppm tenha aumentado a velocidade de germinação. Sementes desta mesma espécie revestidas com mucilagem e semeadas logo após a sua retirada do fruto exigiram elevadas concentrações de GA_3 (1000 ppm) para alcançar 60% de germinação aos 30 dias (YAHIRO E ORYOJI, 1980). No entanto, para sementes sem mucilagem submetidas às concentrações de 100 e 500 ppm de GA_3 obteve-se germinação de 80%.

A ação do ácido giberélico no processo germinativo é bem conhecida e segundo Hartmann et al. (2002), as giberelinas estão entre os principais reguladores de crescimento envolvidos na promoção da germinação de sementes. Metivier (1986) ressalta o papel das giberelinas na germinação, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no aumento da hidrólise de reservas, da qual depende o embrião em crescimento. Além disso, aceleram a germinação em sementes não dormentes. Leonel (1994), relata que muitos estudos têm tentado elucidar a ação a nível molecular das giberelinas na germinação. Segundo o autor, estas atuam favorecendo a síntese de proteínas e RNA específicos para a germinação.

Os resultados obtidos nesta pesquisa estão de acordo com os autores citados, pois o uso do GA₃ em sementes de *V. quercifolia* que não passaram por pré-esfriamento, estimulou a germinação das mesmas, resultando no aumento da porcentagem e da velocidade de germinação.

Experimento V - Armazenamento das sementes, tratamentos pré-germinativos e formas de semeadura

Estudo I - Período e temperatura de armazenamento das sementes

Foram feitas avaliações até os 77 dias após a semeadura e as observações da germinação iniciaram aos sete dias, para o tratamento controle, e aos 28 dias para as sementes armazenadas. Houve interação significativa entre os fatores analisados para a porcentagem de germinação ($p=0,0123$), demonstrando que o efeito do período de armazenamento foi dependente da temperatura. Entretanto, para o IVG não houve interação significativa ($p=0,2530$), nem efeito da temperatura ($p=0,1820$), sendo observado apenas efeito do tempo de armazenamento ($p=0,0000$). Estes resultados revelam que a temperatura de armazenamento não interfere no IVG de sementes armazenadas por períodos até 150 dias.

Para todos os períodos e temperaturas de armazenamento houve redução brusca na porcentagem de germinação e no IVG quando comparado ao tratamento controle, que apresentou 50% de germinação e 0,53 de IVG sendo superior aos demais tratamentos. Dentre as sementes armazenadas, comparando-se os cinco períodos de armazenamento a 25°C, constatou-se 10% do total de sementes germinadas e IVG de 0,05 após 150 dias de armazenamento e 8% de germinação,

com o mesmo valor de IVG após 120 dias de armazenamento. Nos demais períodos a porcentagem de germinação ficou abaixo de 5% e o IVG abaixo de 0,02. Para os cinco períodos de armazenamento a 10 °C, após 120 dias de armazenamento houve 4,7% de porcentagem de germinação. Nos demais períodos a germinação foi abaixo deste valor, sendo que após 60 dias armazenamento à 10°C não houve germinação, e aos 90 dias, nestas mesmas condições, apenas uma semente germinou. Aos 30 dias de armazenamento o IVG obtido foi de 0,03, acima deste período os valores de IVG foram menores (Figura 18).

Os resultados indicam que as sementes de *V. quercifolia* apresentam sensibilidade às duas temperaturas e a todos os períodos de armazenamento testados. Para Carneiro e Aguiar (1993), a temperatura do ambiente e a umidade relativa do ar são as condições fundamentais para a preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento das mesmas e a maioria das sementes conservam melhor sua qualidade quando mantidas em ambiente o mais seco e frio possível. Entretanto para a espécie estudada o ambiente seco do armazenamento combinado com a temperatura fria, bem como a temperatura amena de 25 °C teve um efeito negativo sobre o processo germinativo da espécie, possivelmente o principal fator responsável por essa redução significativa do potencial de germinação das sementes de *V. quercifolia* tenha sido a baixa umidade do ambiente. Segundo os autores citados, o ambiente seco do armazenamento altera o teor de umidade das sementes, que é estabelecido em função da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente, pois a semente é um material higroscópico e pode absorver ou ceder umidade para o ambiente, até que seja atingido o ponto de equilíbrio (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

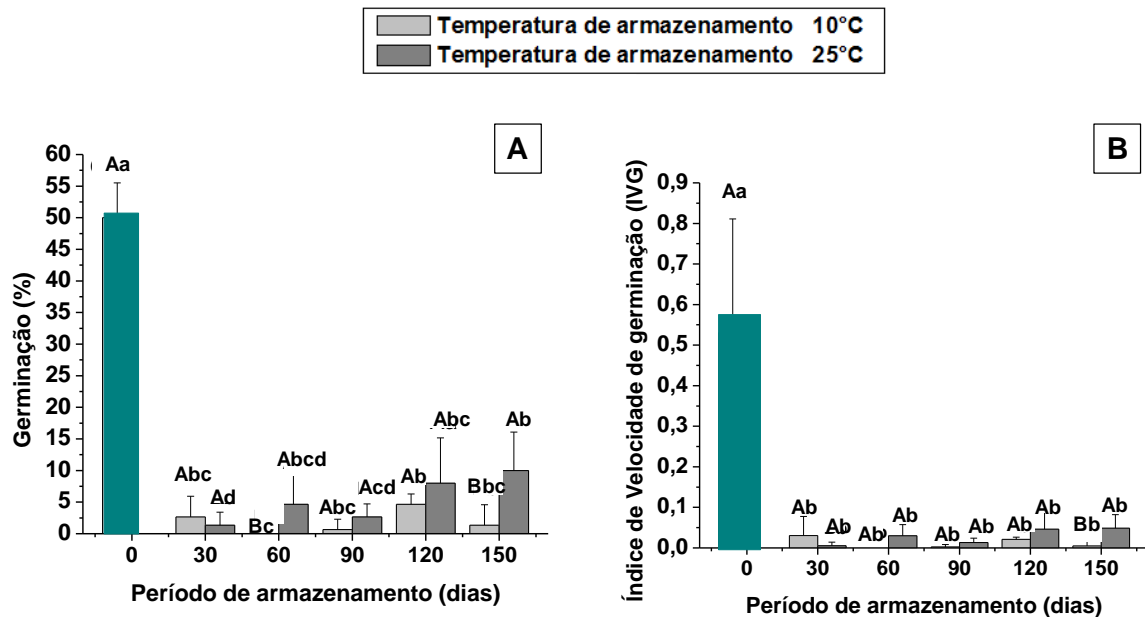


Figura 18 - Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. após diferentes períodos de armazenamento em duas temperaturas. Cada tratamento teve seis repetições de 25 sementes por tratamento, em delineamento inteiramente casualizado, Santa Maria-RS, 2014. Período de armazenamento 0= Controle: sementes não armazenadas. * Letras maiúsculas indicam comparação entre temperaturas de armazenamento, dentro de cada período de armazenamento, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre períodos de armazenamento dentro da mesma temperatura de armazenamento. Foi feita comparação do tratamento controle nas duas temperaturas de armazenamento, com os cinco períodos ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de seis repetições.

Dessa forma, devido sua característica higroscópica, quando armazenadas a seco, o teor de umidade das sementes da espécie em estudo passaram de 9,80% (sementes não armazenadas) para 5,3% e 4,1%, após 150 dias de armazenamento, a 10°C e 25°C, respectivamente, diferindo estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (Tabela 1). Esta desidratação é um processo natural, decorrente das condições de baixa umidade do ar do local de armazenamento. Entretanto, tal fator pode ter desencadeado a diminuição acentuada no potencial germinativo das sementes, por possivelmente provocar um balanço hormonal desfavorável ao processo. Em várias espécies vegetais, os níveis de ácido abscísico (ABA) endógeno induzem a dormência e conseqüentemente, inibem a germinação (FINKELSTEIN et al., 2002). Além disso, o aumento da produção de ABA coincide com o declínio nos níveis de giberelinas (GA), hormônios promotores da germinação. Sendo assim, a relação GA/ABA é determinante no processo de germinação de sementes uma vez que altas relações favorecem a germinação,

enquanto baixas relações podem inibi lá. Este antagonismo ocorre pelo fato do ABA inibir a síntese de enzimas hidrolíticas fundamentais para a quebra das reservas armazenadas nas sementes em germinação, ao contrário da GA que é responsável pela indução da síntese destas enzimas (SERAPHIN, 2004).

Tabela 1 – Teor de umidade das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil., após diferentes períodos de armazenamento em duas temperaturas. Santa Maria-RS, 2015.

Período	Teor de umidade (%)	
	Temperatura	
	10°C	25 °C
Controle	9,80 Aa	
30 dias	7,1 Bb	9,3 Aa
60 dias	7,0 Ba	6,9 Ba
90 dias	6,0 Ca	4,6 Cb
120 dias	5,5 Da	4,3 Cb
150 dias	5,3 Da	4,2 Cb

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Foram utilizadas quatro repetições de 15 sementes para obtenção das médias percentuais do teor de umidade de cada tratamento. O tratamento controle se refere a sementes não armazenadas.

Entretanto, diferente dos resultados deste estudo, muitas espécies produzem sementes que não germinam logo após a dispersão e requerem um período de armazenamento a seco (BASKIN; BASKIN, 1998). Sementes de muitas espécies vegetais têm a sua germinação promovida quando os seus teores de umidade são reduzidos a certo nível de dessecação, fenômeno denominado pós-maturação. (TAIZ; ZEIGER, 2011). Conforme Yahiro e Oryoji (1980) e Viggiano et al. (2000) as sementes de *Carica papaya* recém colhidas possuem baixo potencial germinativo, o que foi atribuído à necessidade de um período de pós-maturação. Tal constatação também foi feita por Aroucha et al. (2004), em sementes de uma variedade da espécie citada. O autor verificou a necessidade de um período de 16 meses de armazenamento a seco, para se obter cerca de 80% de germinação. Tokuhisa et al.

(2008) também constataram efeito positivo do armazenamento das sementes de *Carica papaya* sobre o percentual e velocidade de germinação, havendo aumento de 18% para 90% de sementes germinadas após armazenamento por seis meses.

Além da possível ação inibitória do ácido abscísico sobre a germinação das sementes de *V. quercifolia* verificada no presente estudo, os resultados poderiam ser também explicados pela recalcitrância ao armazenamento das mesmas, ou seja, intolerância à dessecação, que ocorre durante o armazenamento em condições de baixa umidade do ar (MEDEIROS; EIRA, 2006). As sementes recalcitrantes possuem elevado teor de água no final da maturação e tornam-se inviáveis quando seu grau de umidade é reduzido a valores abaixo do seu nível crítico de umidade, entre 15 a 50%, dependendo da espécie (ROBERTS, 1973). Nunes et al. (2006), estudaram a germinação de sementes de *V. quercifolia* armazenadas por cinco meses em temperatura ambiente, o teste foi feito em câmara de germinação (BOD) a temperatura de 20°C, no entanto nenhuma semente germinou. Segundo os autores a espécie pode ter comportamento recalcitrante. Enquanto Kinupp (2007) recomenda a realização do teste de tetrazólio para elucidar as dúvidas sobre a viabilidade e dormência de sementes após período de armazenamento.

Para verificar a causa da diminuição brusca da germinabilidade e vigor das sementes desta espécie foi realizado novo estudo da germinação das sementes armazenadas por 150 dias a temperatura de 25°C e teste do tetrazólio. No estudo de germinação, testou-se duas formas de semeaduras (entre e sobre vermiculita) e tratamentos pré-germinativos para superação de dormência (imersão em água à temperatura ambiente (25°C), imersão em água quente (80°C) e imersão em solução de ácido giberélico (GA₃) em duas concentrações, 125 e 250 mg L⁻¹), sendo todos por um período de 24 horas.

Estudo II – Teste de tetrazólio e teste de germinação das sementes em diferentes formas de semeadura e tratamentos pré-germinativos

No teste de germinação as avaliações foram encerradas aos 77 dias após a instalação do experimento. A germinação iniciou aos 14 dias em sementes imersas em GA₃ e semeadas sobre vermiculita. Houve interação significativa entre os fatores analisados (tratamentos pré-germinativos e tipos de semeadura) para a

porcentagem de germinação ($p=0,000$) e para o IVG, ($p=0,000$). O efeito dos tratamentos pré-germinativos é dependente da forma de sementeira.

As melhores porcentagens de germinação e maiores valores de IVG foram obtidos utilizando sementeira sobre vermiculita e imersão em GA_3 a 250 mg L^{-1} (77% e 0,89, respectivamente) e 125 mg L^{-1} (72% e 0,85, respectivamente), os demais tratamentos pré-germinativos utilizando este tipo de sementeira foram inferiores. Observou-se que o tratamento controle resultou em baixa porcentagem de germinação (5%) e IVG (0,03), o que está de acordo com os resultados do experimento anterior, no qual constatou-se que após o armazenamento por 150 dias a 25°C há uma redução drástica do potencial germinativo. Quando foi utilizada sementeira entre vermiculita o melhor resultado foi obtido com o tratamento de imersão em GA_3 a 250 mg L^{-1} (42% de porcentagem de germinação e 0,42 de IVG), os demais tratamentos foram inferiores, sendo que a imersão em GA_3 a 125 mg L^{-1} resultou em um total de 16% de sementes germinadas e IVG de 0,13. Os tratamentos de imersão em água à temperatura ambiente e a 80°C não foram eficientes na promoção da germinação das sementes, independente da forma da sementeira, resultando em baixo potencial germinativo (menor que 5%) para a imersão em água à temperatura ambiente e IVG de 0,02, sendo a germinação nula para a imersão em água quente (Figura 19).

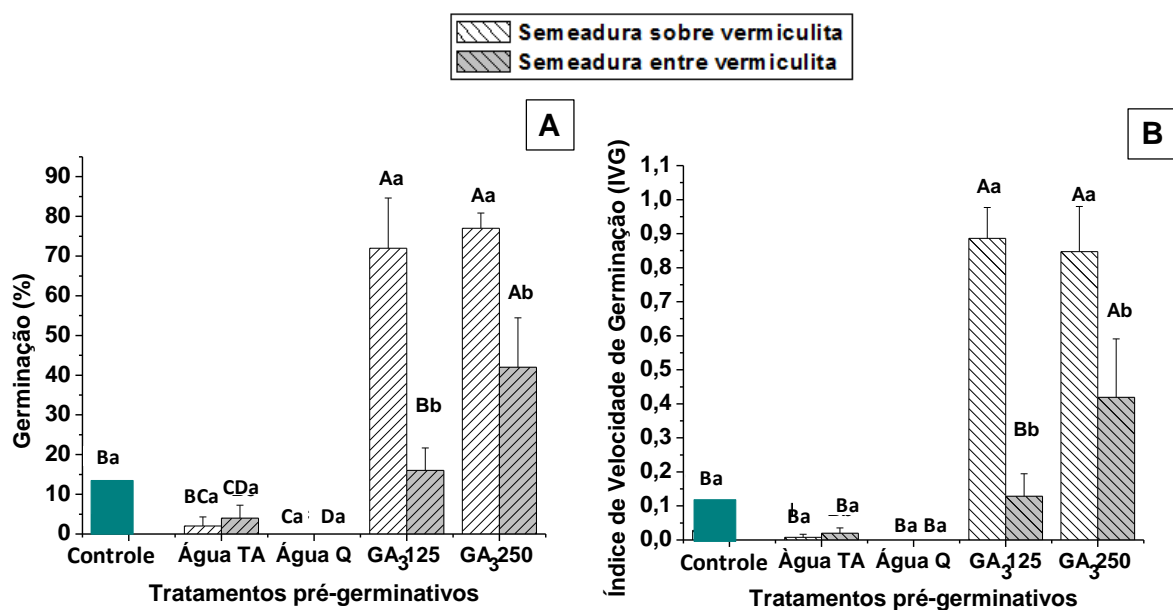


Figura 19 - Germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. armazenadas por 150 dias à temperatura de 25°C semeadas entre e sobre vermiculita, após diferentes tratamentos pré-

germinativos para superação de dormência. Cada tratamento teve quatro repetições de 25 sementes cada, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria-RS, 2014. Os tratamentos pré-germinativos foram aplicados por 24 horas, sendo: Controle: sementes armazenadas por 150 dias, semeadas sobre vermiculita, sem passar por tratamento pré - germinativo; Água TA - Imersão em água à temperatura ambiente; Água Q - Imersão em água a 80°C; GA₃ 125 - Imersão em ácido giberélico a 125mg L⁻¹; GA₃ 250: Imersão em ácido giberélico a 250mg L⁻¹*Letras maiúsculas indicam comparação entre tratamentos pré-germinativos, dentro de cada tipo de semeadura, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre tipos de semeadura, dentro do mesmo tratamento pré-germinativo. Foi feita comparação do tratamento controle nos dois tipos de semeadura, com os quatro tratamentos pré germinativos (P≤0,05). Os dados representam a média ± S.D de quatro repetições.

Neste estudo, a semeadura sobre vermiculita demonstrou-se mais adequada à germinação das sementes quando comparada à semeadura entre este substrato. Na escolha do substrato e forma da semeadura deve ser levado em consideração o tamanho das sementes, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade ou não à luz e, ainda, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento das plântulas (FANTI; PEREZ, 1999). No caso do substrato vermiculita, a semeadura entre ela é recomendada para espécies exigentes quanto à umidade do substrato, já a semeadura sobre a mesma é recomendada para todos os tipos de semente (FIGLIOLIA; PIÑA RODRIGUEZ, 1993), com exceção das fotoblásticas negativas.

Tomio et al. (2010) observaram que a germinação de *Phytolacca dioica* ocorreu melhor em semeadura sobre vermiculita, quando comparada com a semeadura entre a mesma. Mondo et al. (2008), comparando a semeadura de sementes de *Parapiptadenia rígida*, entre e sobre vermiculita, constataram que a semeadura em profundidade permitiu o desenvolvimento mais adequado das plântulas, principalmente, quanto ao suporte físico, ao contrário da semeadura sobre ela. Além disso, o autor destaca que o maior contato das sementes com o substrato facilitou a liberação do tegumento, propiciando o desenvolvimento mais rápido da plântula. Porém, no presente estudo, não foi verificado o desenvolvimento da planta jovem.

Quanto aos tratamentos pré-germinativos testados, a aplicação de ácido giberélico, nas duas concentrações testadas demonstrou-se eficaz na promoção da germinação após período de armazenamento de 150 dias das sementes à temperatura de 25°C. Este resultado comprova que as sementes de *V. quercifolia* não possuem comportamento recalcitrante, podendo ser classificadas como ortodoxas. Estas, mantêm-se viáveis após dessecação até valores de umidade entre 5% e 7%, e podem ser armazenadas por muitos anos, pois toleram os efeitos da

perda severa de água (ROBERTS, 1973). Dessa forma, conclui-se que as sementes desta espécie entram em dormência durante o armazenamento e o tratamento com GA₃ nas concentrações 125 e 250 mg L⁻¹ é um eficiente método de superação da dormência das mesmas.

Para Zaidan e Barbedo (2004), o tratamento com GA₃ pode resultar no aumento das giberelinas endógenas, aumentando os efeitos antagônicos aos inibidores do metabolismo embrionário, como o ABA. Possivelmente, o GA₃ aplicado nas sementes de *Vasconcellea quercifolia*, nas duas concentrações, tenha agido minimizando a ação inibitória do ABA, pelo aumento da razão GA₃/ABA (TAIZ; ZEIGER, 2004). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a dormência de sementes resulta de um balanço hormonal desfavorável à germinação entre substâncias inibidoras e promotoras e para que a germinação ocorra é necessário um restabelecimento de um balanço hormonal favorável às giberelinas, o que pode ocorrer pelo fornecimento da mesma. A aplicação de giberelina também foi eficiente na superação da dormência em sementes de *A. squamosa* (FERREIRA et al., 2002); *Hancornia speciosa* (PINHEIRO et al., 2001); *Didymopanax morototoni* (FRANCO; FERREIRA, 2002); *Passiflora nítida* (PASSOS et al., 2004), enquanto para *Symplococcus uniflora*, a aplicação de GA₃ não resultou na superação da dormência (LUCHO et al., 2014).

O resultado do tratamento de embebição em água à temperatura ambiente assemelhou-se ao controle. Já o tratamento de imersão em água quente, provavelmente causou danos e morte do embrião, não apresentando nenhuma semente germinada. Resultado semelhante foi encontrado para *Bauhinia monandra*, enquanto que para muitas espécies com tegumento impermeável à água, este tratamento tem sido utilizado eficientemente, tais como *Sesbania sesban* (DAVIDE et al., 1995) e *Senna occidentalis* (FOWLER; CARPANEZZI, 1997).

No teste de tetrazólio, sementes armazenadas por 150 dias à temperatura de 25°C foram expostas por 16 horas às concentrações de 0,075, 0,15 e 0,3% da solução de tetrazólio. Após esta exposição, observou-se (Figura 20) que, 43, 75 e 80% dos embriões estavam viáveis, respectivamente.

A figura 20 mostra também o melhor resultado do teste de germinação já demonstrado na figura anterior (imersão em ácido giberélico na concentração de 250 mg L⁻¹ por 24 horas, com uso da semeadura sobre vermiculita). Conforme a figura, não houve diferença significativa entre a porcentagem de germinação (77%) e a

viabilidade das sementes (42,5%, 72,5% e 82%), nas três concentrações de tetrazólio testadas (0,075% 0,15% e 0,3%, respectivamente). Entretanto, embora estatisticamente não tenha dado diferença entre a percentagem de germinação (77%) e a viabilidade das sementes na concentração de 0,075% de tetrazólio (42,5%), esta foi aproximadamente 50% menor. Possivelmente, a solução de tetrazólio a 0,075% não foi suficiente para a coloração dos embriões viáveis. O teste de tetrazólio vem sendo utilizado com êxito para avaliar a viabilidade de sementes. Neste teste, as sementes ficam em contato com uma solução incolor de cloreto de tetrazólio (2,3,5 cloreto trifênil de tetrazólio) que é absorvida pelas células e reage com as enzimas desidrogenases, envolvidas no processo de respiração. A hidrogenação do cloreto de tetrazólio produz, nas células vivas, uma substância vermelha, estável e não difusível, denominada trifênil formazana. Isto torna possível distinguir as partes vivas, coloridas de vermelho, daquelas mortas que mantêm a sua cor (MENDONÇA et al., 2001). Este teste tem sido aceito, não somente como uma técnica para estimar a viabilidade, mas também o vigor das sementes. Deve-se considerar ainda, que por apresentar resultados mais rápidos do que os testes de germinação, o teste de tetrazólio constitui-se uma alternativa viável para análise da viabilidade de semente, principalmente para as espécies que apresentam dormência (DESWAL; CHAND, 1997).

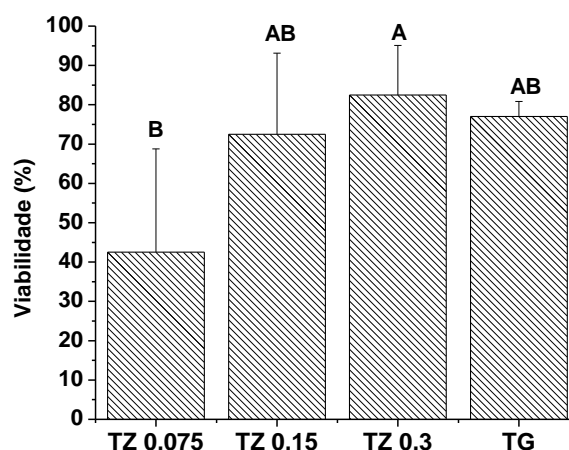


Figura 20 - Viabilidade das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. em três soluções de tetrazólio e percentagem de germinação das sementes, onde, TZ: solução de tetrazólio; 0,075; 0,15 e 0,3: concentração da solução de tetrazólio; e TG: maior percentual de germinação das sementes observadas quando as mesmas foram mantidas por 24 horas em ácido giberélico a 250mg L⁻¹. Cada tratamento teve quatro repetições de 25 sementes cada, em delineamento inteiramente casualizado.

Santa Maria-RS, 2014. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D de quatro repetições.

Os tecidos vivos dos embriões coloriram-se de vermelho vivo quando imersos na concentração de 0,15% e 0,3%, sendo esta coloração mais intensa na solução a 0,3%, o que já era esperado, pela alta concentração do sal de tetrazólio. Além disso, a concentração de 0,15% da solução de tetrazólio permitiu uma coloração mais nítida das estruturas dos embriões, quando comparada às demais concentrações, o que facilitou a análise visual das estruturas do embrião. A figura 21 mostra o aspecto da coloração de embriões viáveis e não viáveis de sementes de *V.quercifolia*, após imersão em solução de tetrazólio a 0,15% por 16 horas a 25°C. Oliveira et al. (2005), comparando estas mesmas concentrações, obteve resultados semelhantes aos desta pesquisa, enfatizando a obtenção de coloração rósea no uso da solução a 0,075% e vermelha intensa com a solução 0,3%. Segundo os autores a solução a 0,15% demonstrou maior nitidez na coloração, sendo mais adequada às sementes de *Peltophorum dubium*. Para várias espécies florestais têm sido utilizado concentração semelhante (0,1%), porém com diferentes tempos e temperaturas de incubação, como sementes de *Dipteryx alata* (MALAVASI et al., 1996), *Kielmeyera coriacea* (DAVIDE et al., 1997) e *Platycyamus regnellii* (DAVIDE et al., 1995b) que permaneceram na solução de tetrazólio a 35°C por 5 horas, 10 horas e 2,5 horas respectivamente. Entretanto, Ferreira et al. (2007), avaliando a viabilidade de um lote de sementes de *Schizolobium parayba*, obteve resultados mais semelhantes ao teste de germinação utilizando concentração de 0,05% do sal de tetrazólio. Além disso, esta permitiu uma coloração mais nítida. Já a concentração de 0,1% subestimou a viabilidade das sementes. Pesquisas com sementes de espécies de Fabaceae indicaram que em concentrações mais baixas os resultados de viabilidade parecem apresentar uma maior correspondência com os testes de germinação do que em concentrações mais elevadas do sal de tetrazólio.



Figura 21 – Detalhes de embriões obtidos de sementes de *V. quercifolia* A. St.-Hil antes e após a imersão em solução de tetrazólio a 0,15% por 16 horas a 25°C. A: Embrião de semente de *V. quercifolia* A. St.-Hil., após pré-embrição em água por 24 horas; B, C: Aspecto de embriões não viáveis, após imersão em solução de tetrazólio; D,E,F: Aspecto de embriões viáveis, após imersão em solução de tetrazólio.

4.2 Emergência de plântulas em casa de vegetação

As avaliações foram encerradas 44 dias após a instalação do experimento. Houve interação significativa para a porcentagem de emergência das plântulas ($p=0,034$) entre os fatores analisados: secagem ou não das sementes à temperatura ambiente por 72 horas e remoção ou não da mucilagem que reveste a semente. Entretanto, para o índice de velocidade de emergência (IVE) não houve interação entre os fatores ($p=0,063$), efeito da secagem (ou não) das sementes ($p=0,3143$) e nem da remoção (ou não) da mucilagem ($p=0,0647$), obtendo-se uma média geral de 4,55.

Dentre as sementes que não passaram por secagem, não houve diferença significativa entre a porcentagem de emergência de plântulas que passaram por remoção da mucilagem das sementes (83 %) e das que não passaram por remoção desta estrutura (91,1%). Entretanto, para as sementes que passaram por secagem, o uso da remoção da mucilagem resultou numa redução significativa da porcentagem de emergência de plântulas (60%), quando comparado ao uso da manutenção da mucilagem (89%) (Figura 22A). Contudo, Scolari et al. (2014) em estudo sobre métodos de superação de dormência em sementes de *V. quercifolia*

que passaram por secagem a 25°C por cinco dias, ou não, constataram que a retirada da mucilagem associada à secagem de sementes favoreceu a germinação desta espécie.

Em todos os tratamentos, as porcentagens de emergência foram altas, na figura 23 pode ser observado que esta foi rápida e uniforme, iniciando a partir do 12º dia após a semeadura (d.a.s.), atingindo a taxa máxima aos 32 d.a.s., quando se tornou estável. A figura 24 mostra detalhes da emergência de plântulas desta espécie. Kinupp (2007) estudou a propagação de *Vasconcellea quercifolia* utilizando sementes que passaram por tratamento de secagem à sombra por 72 horas e remoção da mucilagem e constatou que a emergência iniciou aos 15 d.a.s., atingindo um percentual de 76%, no entanto a emergência apresentou alta desuniformidade. Resultado similar foi verificado por Bhattacharya e Khuspe (2001) para sementes de *Carica papaya*, as quais iniciaram a emergência aos 16 d.a.s., apresentando altas porcentagens de emergência. Este alto valor de germinação e emergência também foi observado na espécie silvestre *Jacaratia spinosa* (jaracatiá), também da família Caricaceae, em sementes que passaram por remoção da mucilagem, onde a taxa foi de 80% de emergência (PAOLI et al., 1987).

Os resultados do presente trabalho indicam que para as sementes que passaram por secagem à temperatura ambiente por 72 horas, a retirada da mucilagem influenciou negativamente a germinação das sementes, observando-se redução na porcentagem de germinação. Entretanto, segundo relatos na literatura, a mucilagem que reveste as sementes das caricáceas acumula compostos fenólicos, os quais retêm oxigênio, o que poderia limitar o suprimento deste para o embrião durante a germinação, acarretando dormência e diminuindo a taxa de germinação (TAYLORSON; HENDRICKS, 1977, CHOW; LIN, 1991, TOKUHISA et al., 2007). Freitas et al. (2011), em estudo com *Jacaratia spinosa*, espécie da mesma família, constataram que a remoção da mucilagem proporcionou aumento significativo na porcentagem e no índice de velocidade de emergência. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Schmildt et al. (1993) para sementes de *Carica papaya*, verificando que a manutenção da mucilagem resultou na redução da germinação e emergência, e a remoção dessa estrutura mediante fricção com areia em peneira resultou nos valores mais altos de germinação obtidos no trabalho. Em concordância, Lopes et al. (2002), observaram que a manutenção da mucilagem inibiu o processo germinativo em sementes de *Muntigia calabura*, espécie nativa

pertencente à família Muntingiaceae. Tais resultados não estão de acordo com os obtidos para sementes de *V. quercifolia* nas quais foram retiradas as mucilagens, após 72 horas de secagem das sementes à temperatura ambiente.

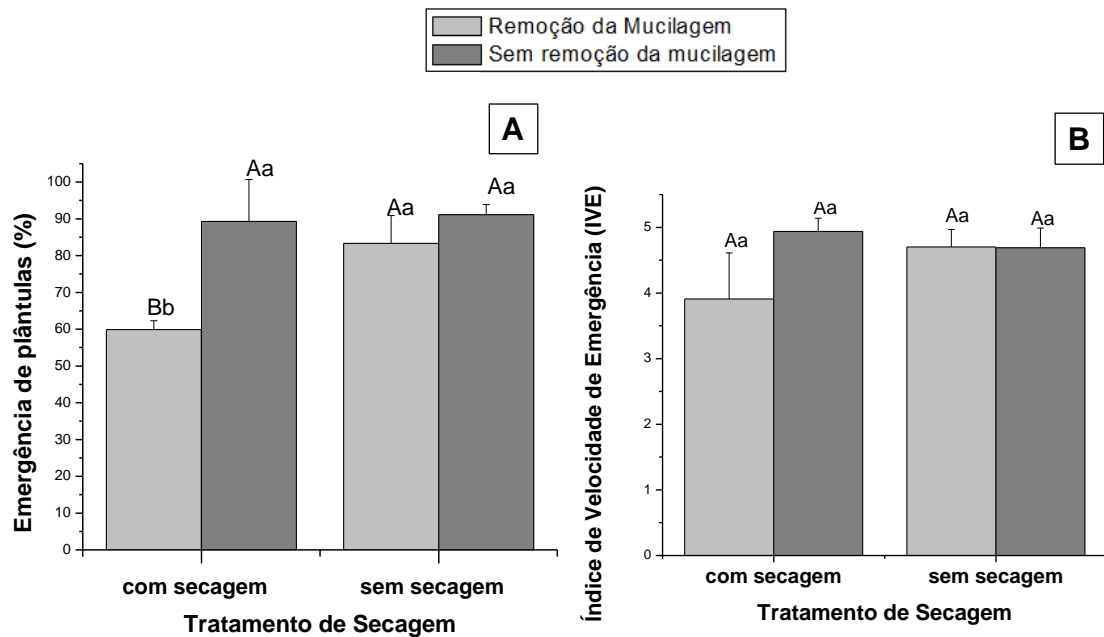


Figura 22 - Emergência de plântulas de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. obtidas a partir da germinação das sementes. Cada tratamento teve três repetições de 128 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Santa Maria - RS, 2014. *Letras maiúsculas indicam comparação entre o tratamento de remoção de mucilagem (ou não) dentro do tratamento de secagem, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre o tratamento de secagem dentro do tratamento remoção (ou não) de mucilagem ($P < 0,05$). Os dados representam a média \pm S.D. de três repetições.

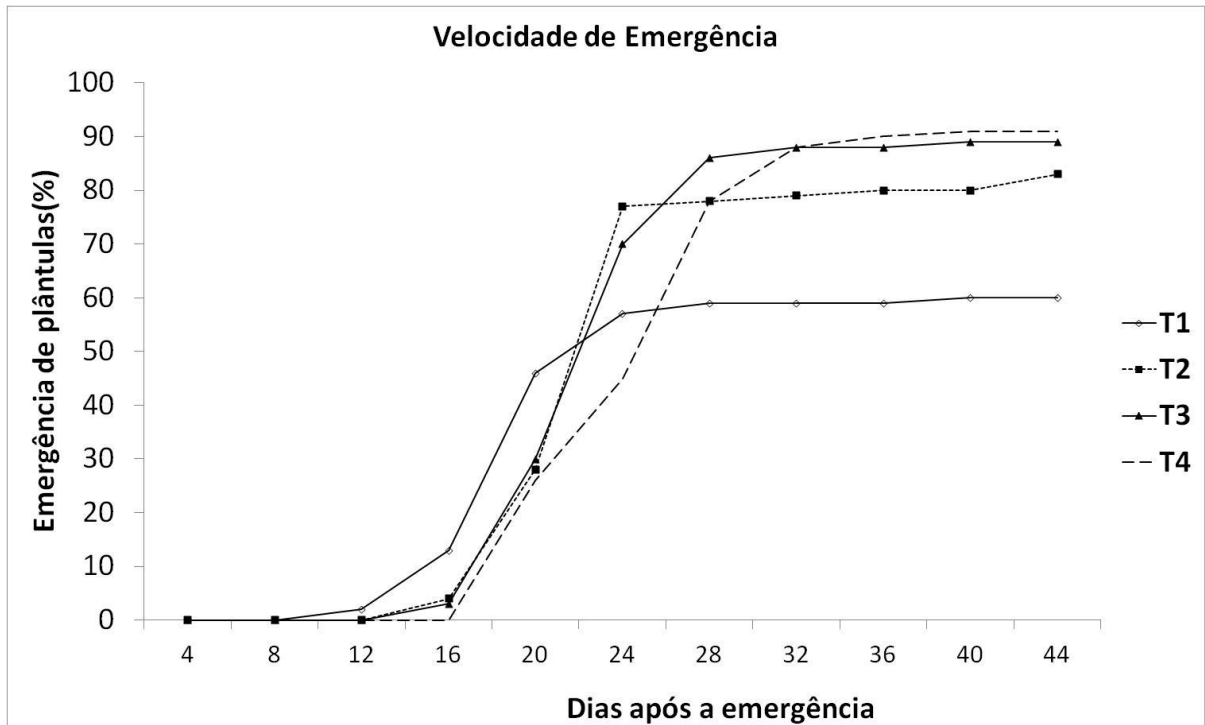


Figura 23 - Velocidade de emergência de plântulas de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil, obtidas a partir da germinação das sementes, após tratamento de secagem (ou não) e remoção da mucilagem (ou não) das sementes. Sendo: T1: com remoção da mucilagem e secagem à temperatura ambiente por 72 horas; T2: com remoção da mucilagem e sementes sem secagem; T3: sem remoção da mucilagem e secagem à temperatura ambiente por 72 horas; T4: sem remoção da mucilagem e sementes sem secagem. Cada tratamento teve três repetições de 128 sementes, em delineamento inteiramente casualizado, Santa Maria, RS, 2014.

Para *Vasconcellea quercifolia*, os resultados do presente estudo indicam que as sementes não possuem dormência relacionada ao revestimento do tegumento com mucilagem, sendo a manutenção desta favorável à germinação e vigor das sementes. Melchior et al. (2006) encontraram resultados semelhantes em estudo com sementes de *Campomanesia adamantium* (gabiroba), observando porcentagem de emergência superior em sementes com mucilagem. Segundo Clifford (2002), tal estrutura funciona como uma barreira à perda da umidade, o que pode ter favorecido a germinação das sementes de *V. quercifolia*.

Antes da sementeira, um lote das sementes que foram secas ou não, o qual passou por remoção da mucilagem, foi utilizado para a determinação do grau de umidades das mesmas. As sementes que não passaram por tratamento de secagem apresentaram um grau de umidade de 38,6%, já as sementes secas a temperatura ambiente por 72 horas obtiveram 11,1% de umidade. Scolari et al. (2014), apresentaram resultados semelhantes em estudo com sementes de *V. quercifolia* sem a mucilagem, após cinco dias de secagem a 25°C, as sementes apresentaram

8% de umidade, já as sementes que não passaram por secagem apresentaram 40% de teor de água.

Na região de Santa Maria, no mês de fevereiro, época em que foi realizado o presente estudo, as temperaturas atingiram 40°C, o que possivelmente influenciou negativamente o potencial germinativo das sementes de *V. quercifolia* que passaram por secagem e remoção da mucilagem. A secagem quando é feita de maneira drástica e rápida, em altas temperaturas pode induzir a dormência secundária. Isto foi verificado por Kageyama et al. (1978), com sementes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*. De acordo com Silva et al. (1993), em locais de clima tropical e subtropical, o processo de secagem ao natural é muito problemático devido às constantes variações climáticas.

Segundo Zonta et al. (2011), a temperatura máxima às quais as sementes podem ser expostas, durante a secagem, depende do seu teor de água e do tempo de exposição a essa condição. Ahrens et al. (2000) propôs os seguintes limites: sementes com teores de água superiores a 18%, a temperatura na massa de sementes deve ser no máximo 32 °C; entre 10 e 18% até 38 °C e abaixo de 10% pode ser empregada a temperatura máxima de 43°C. Em geral, recomenda-se que a secagem de sementes seja realizada de tal forma que a temperatura delas não ultrapasse tais limites, caso contrário pode haver redução acentuada de sua qualidade fisiológica, e conseqüentemente em seu potencial germinativo. Para Miranda et al. (1999b), apesar das vantagens que apresenta, a secagem é uma operação potencialmente danosa à qualidade das sementes e depende do correto manejo dos teores de água inicial e final das sementes, da temperatura, da umidade relativa, fluxo de ar, da taxa de secagem e do período de exposição ao ar aquecido.

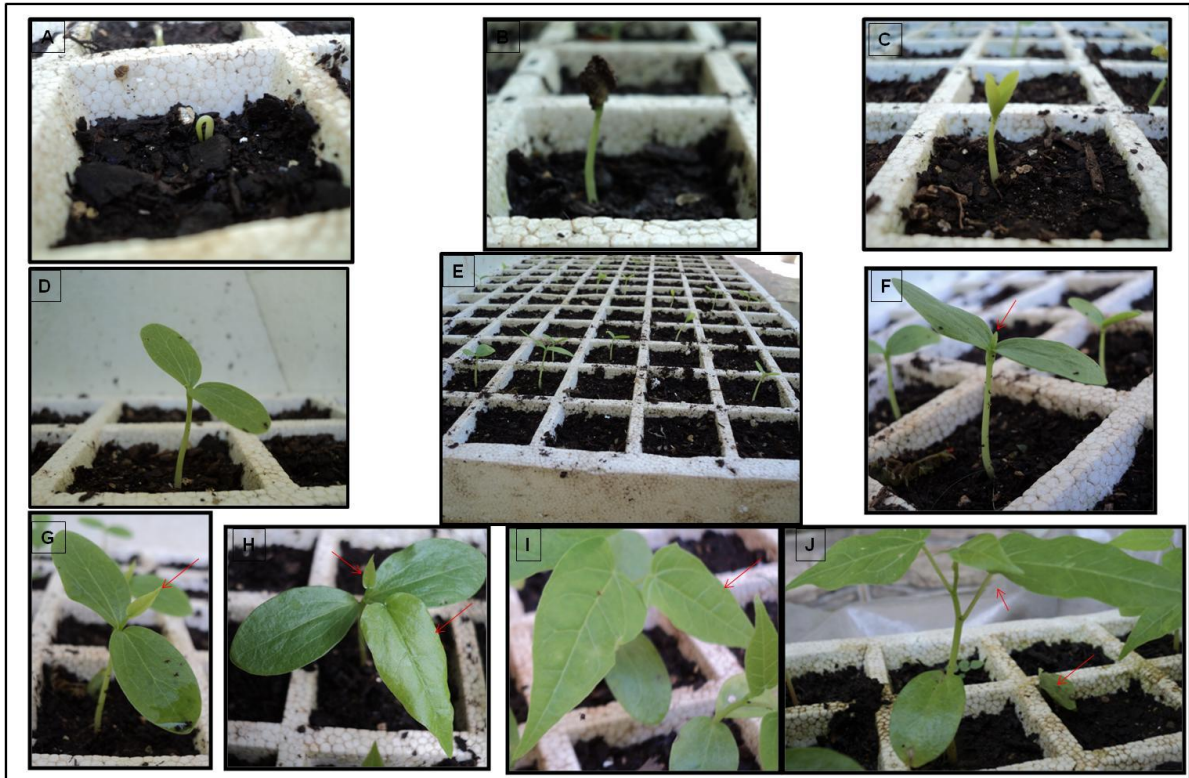


Figura 24 - Detalhes da emergência de plântulas de *Vasconcellea quercifolia* A.St.-Hil. obtidas a partir da germinação das sementes, as quais foram semeadas imediatamente após a retirada da mucilagem. A: Surgimento do hipocótilo, 11 dias após a semeadura (d.a.s); B: Elevação dos cotilédones acima da superfície do solo, com o tegumento da semente envolvendo-os, 12 d.a.s; C: Germinação epígea completa, logo após queda do tegumento da semente, 12 d.a.s; D: Detalhe de plântula emergida, 13 d.a.s.; E: Plântulas emergidas, 16 d.a.s.; F: Surgimento do primeiro par de folhas 17 d.a.s.; G, H e I: Crescimento e desenvolvimento do primeiro par de folhas 22, 28 e 34 d.a.s, respectivamente; J: Crescimento e desenvolvimento do segundo par de folhas e queda do primeiro cotilédone, 40 d.a.s.

5 CONCLUSÕES

A semeadura sobre vermiculita é a mais adequada para a germinação e vigor de sementes em testes de laboratório, quando comparada a semeadura entre papel e areia e sobre areia.

Nas temperaturas constantes 20, 25 e 30°C, as sementes de *V. quercifolia* comportaram-se como fotoblásticas positivas preferenciais e em temperatura alternada 20-30 °C as sementes comportaram-se como fotoblásticas neutras. As condições mais favoráveis à germinação da espécie foram sob temperatura constante de 25 °C na presença de luz e sob temperatura alternada 20-30 °C na ausência de luz.

As temperaturas de 20, 25 e 30°C associadas ao escuro contínuo inibiram a germinação das sementes.

A época de coleta de sementes tem importante influência sobre a germinação. A coleta no início de fevereiro é mais favorável para a germinação das sementes de *Vasconcellea quercifolia*, na região de Santa Maria, RS.

A imersão em água por 24 horas aumenta o percentual germinativo em sementes de *V. quercifolia* retiradas de frutos frescos.

O armazenamento dos frutos por sete dias a $10 \pm 1^\circ\text{C}$, e a imersão de sementes em GA_3 (125 mg L^{-1}) por 24 horas, após armazenamento dos frutos nestas condições favorece o processo germinativo em sementes de *V. quercifolia*.

O armazenamento de sementes por sete dias $\pm 10^\circ\text{C}$ diminui a germinação de sementes desta espécie. Após o armazenamento a frio por sete dias, a imersão em solução de ácido giberélico (125 mg L^{-1}) e água por 24 horas, não são eficazes na promoção da germinação de sementes desta espécie.

O armazenamento a 10 e 25°C por períodos superiores à 30 dias induzem as sementes de *V. quercifolia* à dormência.

O tratamento das sementes com ácido giberélico a 125 e 250mg L⁻¹ é um eficiente método pré-germinativo para as sementes de *V. quercifolia*, armazenadas por 150 dias a 25 °C, resultando em alta germinabilidade e vigor.

A imersão em água à temperatura ambiente (25°C) ou água quente (80°C) não são eficientes na promoção da germinação de sementes após 150 dias de armazenamento.

O teste de tetrazólio nas concentrações de 0,15 e 0,3% do sal de tetrazólio são adequados à verificação da viabilidade das sementes armazenadas por 150 dias a 25 °C.

Não é indicada a remoção da mucilagem das sementes de *V. quercifolia* para fins de semeadura em substrato e cultivo em casa de vegetação, independente do uso da secagem das sementes a temperatura ambiente por 72 horas

O tratamento de secagem a temperatura ambiente por 72 horas associado à remoção da mucilagem causa redução na porcentagem de germinação de sementes de *V. quercifolia*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M.T.V.N.; PAULA, R.C. Temperaturas para a germinação de sementes de Capixingui (*Croton fluribundus* – Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, p. 135-140, 2006.

AGUIAR, I.B.; KAGEYAMA, P.Y. - Desenvolvimento floral de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em Mogi Guaçu-SP. **IPEF**, Piracicaba v.37, p.5-11, 1987.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Valência: AEDOS, 1991. 269p.

AHRENS, D.C.; VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; Secagem estacionária de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) empregando diferentes temperaturas do ar. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.6-11, 2000.

ALTHOFF, M.A.; CARMONA, R. Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L. *Caricaceae*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.151-156, 1999.

ALVES, E.U. et al., Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n. 1, p.169-178, 2002.

ANDRADE, A.C.S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* COGN., *Tibouchina benthamiana* COGN., *Tibouchina grandifolia* COGN. e *Tibouchina moricandiana* (DC.) BAILL. (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n.1, p. 29-35, 1995.

ARADHYA et al. A phylogenetic analysis of the genus *Carica* L. (Caricaceae) based on restriction fragment length variation in a cpDNA intergenic spacer region. **Genet. Res. Crop. Evol.** v.46, p.579-586, 1999

AROCHA, E.M.M. **Influência do estágio de maturação, da época de colheita e repouso dos frutos e do osmocondicionamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.)**. 2004. 102f. (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2004.

AROUCHA, E.M.M.; SILVA, R.F.; OLIVEIRA, J.G.; VIANA, A.P.; GONZAGA, M.P. Época de colheita e período de repouso dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden na qualidade fisiológica das sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.537-543, 2005.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**. Guia de identificação e interesse Ecológico. As principais espécies nativas Sul-Brasileiras. Santa Cruz do Sul. Instituto Souza Cruz, 2002.

BADILLO, V.M. **Monografía de la familia Caricaceae**. Maracay, Venezuela: Editorial Nuestra América, C.A., 1971, 221p.

BADILLO, V.M. *Carica* L. VS *Vasconcellea* A. St. Hil. (Caricaceae): con la rehabilitación de este último. **Ernstia**, Maracay, v.10, n.2, p.74-79, 2000.

BADILLO, V.M. Nota correctiva *Vasconcellea* St. Hil y no *Vasconcella* (Caricaceae). **Ernstia**, Maracay, v. 11, n.1, pág 75-76, 2001.

BALBINOT, E. **Importância do manejo dos frutos na secagem e armazenamento de sementes de mamão (*Carica papaya* L.)**. 2004. 52 p. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2004.

BARBOSA, A. R. K.; YAMAMOTO I. F. M. V. Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart. (Vochysiaceae), in Cerrado and forest soil under different radiation levels. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 275-280, 1999.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds**: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 1998. 666p.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.14, p. 1-16, 2004.

BERTOLANI, F.; NICOLIELO, N. Performance and tree improvement programa of tropical pines in the region of Agudos, São Paulo, Brazil. In: BURLEY, J.; NICKLES, D, G. **Tropical provenance and progeny research and intenational cooperation**. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1978.

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

BHATTACHARYA, J.; KHUSPE, S.S. In vitro and in vivo germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.91, p.39-49, 2001.

BLACK, M.; OBENDORF, R. L.; PRITCHARD, H. W. Damage and tolerance in retrospect and prospect. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H. W. (Ed.). **Desiccation and survival in plants: drying without dying.** Wallingford: CABI, 2002. p. 367-382.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais.** Brasília: MAPA/SDA/CGAL, 2013. 97p.

BRAUN, H. et. al. Germinação *in vitro* de sementes de beterraba tratadas com ácido giberélico em diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 539-546, 2010.

CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal.** Ed. Guanabara Koogan. São Paulo – SP, p. 385-407, 2004.

CARDOSO, V.J.M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis.** v.13, n.4, p.619-631, 2009.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑARODRIGUES, F.C.M. e FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais.** Brasília: ABRATES, 1993. p. 333-350.

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

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre. p.51-67, 2004.

CHACKO, E.K.; SINGH, R.N. The effect of gibberelic acid on the germination of papaya seeds and subsequent seedling growth. **Tropical Agricultural**, Trinidad, v.43, p.341-346, 1966.

CHOW, Y. J.; LIN, C. H. p-Hydroxibenzoic acid the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. **Seed Science and Technology**, v.19, p167-174, 1991.

CIAVATTA, S. F. **Fertirrigação na produção e qualidade de mudas de eucalyptus spp. nos períodos de inverno e de verão**. 2010. 90 f. Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP -Campus de Botucatu, (Mestrado em Ciência Florestal) Botucatu – SP, 2010.

CLIFFORD, S.C.; ARNDT, S.K.; POPP, M.; JONES, H.G. Mucilages and polysaccharides in *Ziziphus* species (Rhamnaceae): localization, composition and physiological roles during drought-stress. **Journal of Experimental Botany** v.53, p.131-138. 2002.

COLOMBO, P. et al. The ecomorphology of *Carica quercifolia* Solms-Laub. In Mediterranean climate. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.27, p.397-409, 1989.

COPELAND, L.O.; MCDONALD, M.B. **Principle of seed science and technology**. New York: Chapman e Hall, 1995. 409p.

COSTA, C.J.; MARCHI, E.C.S. Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia. **Informativo Abrates**, v.18, n. 1, p. 39-50, 2008.

COSTA, C.S.B.; RIBEIRO, J.N.S. Efeito de um período de frio na germinação de um arbusto de marismas (*Myrsine parvifolia*). In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 3, Rio Grande, **Resumos...** Balneário Camboriú: AOCEANO, 2010, p. 1275-1277, 2010.

CUQUEL, F.L.; CARVALHO, M.L.M. de.; CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 415-421, 1994.

DAVIDE, A.C. ; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG / Lavras: UFLA, 1995a, 41p.

DAVIDE, A. C. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de pau-pereira (*Platycyamus regnellii*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5., 1995, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRATES, 1995b. p. 178.

DAVIDE, A. C. et al. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart. (pau-santo). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 1997. v. 7, n. 1/2, p. 219.

DESWAL, D. P.; CHAND, U. Standardization of the tetrazolium test for viability estimation in ricebean (*Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & ohashi) seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, p. 409-417, 1997.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n.230, p.1167-1174, 1990.

FANTI, A. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae)). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.135-141, 1999.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p. 255-258, 2000.

FERREIRA, A. G. et al. Germinação de sementes de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n. 2, p. 231-242, 2001.

FERREIRA, G.; ERIG, P. R.; MORO, E. Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) visando à produção de mudas em diferentes embalagens. **Rev. Bras. Frutic.** v. 24, n. 1, p. 178-182, 2002.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Editora Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, L. M.; TONETTI, A. O. O; DAVIDE, A. C. Comparação da viabilidade de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake – Leguminosae Caesalpinioideae, pelos testes de germinação e tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 83-89, 2007.

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.

FINKELSTEIN, R. R. et al. Abscisic acid signaling in seeds and seedlings. **Plant Cell**v.14, p.1545, 2002.

FINKELSTEIN, R.; REEVES, W.; ARIIZUMI, T.; STEBER, C. Molecular Aspects of Seed Dormancy. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.387-415, 2008.

FLORIANO, E. P. **Armazenamento de sementes florestais**. Santa Rosa: ANORGS, 2004. 10 p. (Caderno didático).

FOWLER, J.A.P.; CARPANEZZI, A.A. **Tratamentos pré-germinativos para sementes de juqueri (Mimosa regnellii Bentham)**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 2p. (EMBRAPA-CNPQ. COMUNICADO TÉCNICO, 13), 1997.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 76p. (EMBRAPA FLORESTAS. DOCUMENTOS, 59), 2001.

FRANCO, E.T.H.; FERREIRA, A.G. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Didymopanax morototoni* (Aub.) Dcne. Et Planch . **Ciência Florestal**, v.12, n.1, p.1-10, 2002.

FREITAS, et al. Métodos de remoção da sarcotesta na germinação de sementes de jaracatiá. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, 2011.

GARCIA, L.C.; AZEVEDO, C.P. **Métodos para superar a dormência de sementes florestais tropicais**. (Embrapa Amazônia Ocidental. Instruções técnicas, n.1) Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 4p.

GHERARDI, E.; VALIO, I.F.M. Occurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v.51, p.1-14, 1976.

GRABE, D. F. **Manual do teste de tetrazólio**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85p.

GUERRA, M.P. Giberelinas. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan. São Paulo – SP, 2004a. p. 279-292.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

ISTA - International Rules for Seed Testing. **Seed Science and Technology**, 1993.363p. Supplement.

KAGEYAMA, P.Y.; MÁRQUES, F.C.M.; NICOLIELO, N. Quebra de dormência de sementes de *Pinus caribaea* var *bahamensis*. **Boletim Informativo PPT**, Piracicaba v.3, p.28-35, 1978.

KAGEYAMA, P.Y.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia, SP. **Anais...** Atibaia. Instituto Florestal, 1991. p.197-215

KINUPP, V.F. **Plantas alimentícias não convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. 562f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 1 ed, Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014, 768p.

KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 7, p. 955-966, 1991.

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

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

LEDO, A.A. **Produção de sementes, mudas e tratos culturais em essências florestais para reflorestamento e arborização**. Recife: UFRPE, 1979. 113p.

LEONEL, S. Efeitos de fitorreguladores e do nitrato de potássio, na germinação de sementes e no crescimento do porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck). Botucatu: UNESP, 1994. 144p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 1994

LOBLER, L. **Propagação, metabolismo secundário e genotoxicidade de *Solidago chilensis* meyen (Asteraceae)**. 2013. 97f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2013.

LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D.; FILHO, S. M. Germinação de sementes de calabura (*Muntingia calabura* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n.1, p.59-66, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 5 ed, vol. 1, Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 383p.

LUCHO, R.L. **Propagação *in vitro* e *ex vitro* de *Symplocos uniflora* (Pohl.) Benth. (Symplocaceae)**. 2014. 59f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2014.

MAGDALITA, P.M. et al. Reaction of papaya (*Carica papaya* L.) and related species to ringspot virus. **Philippine Journal of Crop Science**. v.13, p.129-132, 1988.

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

MALAVASI, M. M. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de *Dipteryx alata* Voq. - Fabaceae (baru) através do teste de tetrazólio. In: Seminário pan americano de semillas, 15.; Workshop sobre marketing em sementes e mudas, 3., 1996, Gramado. **Anais...** Gramado: CESM/FELAS, 1996. p. 43.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: UFSM, 2000. 200p.

MARCOS FILHO, J. Germinação. In: _____. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.197-252.

MARTINS, et al. Influência do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n.2, p.142-146, 2006.

MEDEIROS, A. C. de S.; NOGUEIRA, A. C.; EBERSPACHER, M. C. Efeito da secagem e da sobrevivência de sementes de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link) após exposição ao nitrogênio líquido. In: PESQUISA FLORESTAL ONLINE, 2000, Curitiba. **Resumos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, 2000. p. 66.

MEDEIROS, A.C.S. **Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 24p. (EMBRAPA FLORESTAS. DOCUMENTO 66)

MEDEIROS, A.C.S; EIRA, M.T.S. **Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes Florestais Nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 13p. (EMBRAPA FLORESTAS. CIRCULAR TÉCNICA ,127).

MELCHIOR, S.J.; et al. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – MYRTACEAE) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.141-150, 2006.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; PAULA, R.C. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro-pardo) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.64-71, 2001.

METIVIER, J.R. Citocininas e giberelinas. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1986. v.2. p. 93-162.

MIRANDA, P.R.M.; FERRAZ, I.D.K. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C. Berg. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.2, p.303-307, 1999a.

MIRANDA, L.C.; DA SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Monitoramento físico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2097-2108, 1999b.

MONDO, V.H.V.; BRANCALION, P.H.S.; CICERO, S.M.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; DOURADO NETO, D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.177-183, 2008.

MOORE, R. P. Interpretation of color differences in tetrazolium testing. **Seed Technologist News**, v.44, n.3, p.22-24, 1972.

MORI, S.A. et al. 1989. **Manual de Manejo de Herbário Fanerogâmico**. 2ª ed. Ilhéus, Centro de Pesquisas do Cacau.

NASCIMENTO, W.M.O. et al. Germinação de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.), submetidas a diferentes temperaturas e substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 22, n. 3, p. 471-473, 2000.

NASCIMENTO, W. M. O ; RAMOS, N.P ; CARPI, V.A.F. ; SCARPARE FILHO, J. A. ; CRUZ, E.D. Temperatura e substrato para germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista de Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 7, n. 1, p. 119-129, 2003.

NUNES, A.C. et al. **Propagação de *Vasconcellea quercifolia* (Caricaceae) a partir de sementes e estacas**. Porto Alegre: Departamento de Horticultura e Silvicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. Relatório apresentado à disciplina de Propagação. (dados não publicados).

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Leguminosae Caesalpinoideae. **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.2, p.159-166. 2005.

PACHECO, M. V. et al. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

PAOLI, A. A. S. **Morfologia, anatomia e aspectos da germinação de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A.DC. (Caricaceae)**. 1987. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro. 1987.

PASSOS, I.R.S.; MATOS, G.V. C.; MELETTI, L.M.M.; SCOTT, M.D.S.; BERNACCI, L.C.; VIEIRA, M.A.R. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de

sementes de *Passiflora nítida* Kunth germinadas *in vitro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p.380-381, 2004.

PAULA, A.S. **Alternância de temperatura na quebra de dormência física e identificação da entrada da água nas sementes de *Cassia leptohylla* e *Senna macranthera***. 2011. 75f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2011.

PEREIRA A. M.; LIMA D. A. L. L.; REYDON B. P. As políticas de comando e controle são a melhor alternativa para o conhecimento tradicional. “**VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**”, 2007.

PINHEIRO C.S.R. et al. Germinação *in vitro* de Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gómez) em diferentes meios de cultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 413-416, 2001.

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

RAMOS, N. P.; MENDOÇA, E. A. F.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de *Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur. (Ipê-felpudo). **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 7, n. 1, p. 41-52, 2003.

REYES, M.N.; PÉREZ, A.; CUEVAS, J. Detecting endogenous growth regulators on the sarcotesta, sclerotesta, endosperm and embryo by paper chromatography on fresh and old seeds of two Papaya's varieties. **Journal Agriculture University of Puerto Rico**, Río Piedras, v.64, n.2, p.167-172, 1980.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, p. 499-514, 1973.

ROSA, L. S.; OHASHI, S. T. Influência do substrato e do grau de maturação dos frutos sobre a germinação do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, v.31, p.49-55, 1999.

SALOMÃO, A. N.; EIRA, M. T. S.; CUNHA, R.; SANTOS, I. R. I.; MUNDIM, R. C.; REIS, R. B. **Padrões de germinação e comportamento para fins de conservação de sementes de espécies autóctones: madeireiras, alimentícias, medicinais e ornamentais**. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1997. 12 p. (EMBRAPA CENARGEN. Comunicado técnico, 23).

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação** - um enfoque estatístico. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, v.1, 248p. 2004.

SANTOS, E. Caricáceas. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1970. 22p.

SCALON, S.P.Q.; ALVARENGA, A.A.; DAVIDE, A.C. Influência do substrato, temperatura, umidade e armazenamento sobre a germinação de sementes de paupereira (*Platycyamus regnelli* Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n.1, p.143-146, 1993.

SCHELDEMAN, X. et al. Distribution, diversity and environmental adaptation of highland papayas (*Vasconcellea* spp.) in tropical and subtropical America. **Biodiversity and Conservation Journal**, v.16, p.1867–1884, 2007.

SCHMILDT, E. R. et al. Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.147-151, 1993.

SCOLARI, T. et al., Métodos de superação de dormência em sementes de Jaracatiá (*Vasconcellea quercifolia*) In: SEMINÁRIO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFFS, 4., Laranjeiras do Sul, 2014, **Anais....**(s.n.) Laranjeiras do Sul, 2014.

SERAPHIN, E. S. Ácido abscísico. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan. São Paulo – SP, 2004. p. 293-307.

SIAR, S.V. et al. Papaya ringspot virus resistance in *Carica papaya* via introgression from *Vasconcellea quercifolia*, **Euphytica**, v.181, p. 159–168, 2011.

SILVA, A. da; FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de Secagem, extração e beneficiamento de sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p. 303-331.

SILVA, L.M. Efeitos benéficos da papaína no processo terapêutico de lesões de pele. In: JORGE, A.S.; DANTAS, S.R.P.E.; **Abordagem multiprofissional do tratamento de feridas**. São Paulo: Atheneu; p. 123-132. 2003

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (Faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n.1, p.9-14, 2004.

SILVA, B.M.S.; CESARINO, F.; LIMA, J.D.; PANTOJA, T.F.; MORO, F.V. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (Arecaceae). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.289-292, 2006.

SILVA, A., FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. (Monjoleiro) e de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg. (Guatambu). **Floresta** v. 37, p. 353-361, 2007.

SILVA, R. B. G., SIMÕES, D; SILVA, M.R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x. *E. grandis*em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.16, n.3, p.297–302, 2012.

SMITH, H. **Phytochrome and Photomorphogenesis**: an introduction to the photocontrol of plant development. London: Mc Graw Hill, 1975. 235p.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R. S. **Flora Arbórea e Arborescente do Rio Grande Do Sul**, Brasil. São Carlos, SP, 2006, 350p.

SOUZA, T.V. **Dormência em sementes de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa**. 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 819p.

TAYLORSON, R. B.; HENDRICKS, S. B. Dormancy in seeds. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, p331-354, 1977.

TOKUHISA, D. et al. Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.180-188, 2007.

TOKUHISA et al. Época de colheita dos frutos e ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya*L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p.075-080, 2008.

TOMIO, D.B. **Substrato e temperatura na germinação de sementes de *Phytolacca dioica* L (umbu) em condições de laboratório**. 2010. 78p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Instituto florestal, Universidade Federal de Rondônia, **Rolim de Moura**, 2010.

TORRES, M.J. et al.Purification and characterization of a cysteine endopeptidase from *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil.latex displaying high substrate specificity. **Journal of agricultural and food chemistry**, v.58, n.20, p.11027-11035, 2010.

VAN DROOGENBROECK, B. et al. Phylogenetic analysis of the highland papayas (*Vasconcellea*) and allied genera (*Caricaceae*) using PCR- RFLP. **Theor. Appl. Genet.** v.108, p. 1473-1486, 2004.

VIGGIANO, J.R. **Influência do teor de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento na conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.)**. 1999. 67f. (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1999.

VIGGIANO, J.R.; SILVA, R.F.; VIEIRA, H.D. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Sementes Online**, Pelotas, v.1, n.1, p.6-10, 2000.

VILLELA, F.A. Water relations in seed biology. **Scientia Agricola**, v.55, p. 98-101.1998.

VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre, p.265-281, 2004.

YAHIRO, M. Effects of seed-pretreatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. **Memorial Faculty Agriculture**, Kagoshima University.v.15, p.49-54, 1979.

YAHIRO, M.; ORYOJI, Y. Effects of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. seeds. **Memorial Faculty Agriculture Kagoshima University**, Kagoshima, v.16, n.1, p.45-51, 1980.

Z Aidan, L. B. P.; BarbEdo, C. J. Quebra de dormênci a em sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs). **Germinaçaõ**: do bási co ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 135-146.

ZERPA, D. Comportamento meiõtico de la descendênci a hibrida producida al transferir El character bisexual de C. pubescens e C. stipulata. **Ver. Fac. Agronomia**, Maracay, Venezuela, v.1, n.4, p.5-47, 1980.

ZONTA, J.B. et al. Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiolõgica de sementes de pinhã o-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n. 4 p. 724 - 734, 2011.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. de S. Proposta de padrões de germinaçaõ e teor de águ a para sementes de algumas espéci es florestais presentes na Regiã o Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.