

DAYENE SCHIAVON DE CASTRO

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE GARAPA (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.)

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010**

DAYENE SCHIAVON DE CASTRO

**SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE GARAPA (*Apuleia
leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.)**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.**

APROVADA: 18 de março de 2010.

**Prof. Eduardo Euclides de Lima e Borges
(Coorientador)**

**Prof. Sebastião Martins Filho
(Coorientador)**

Prof. Múcio Silva Reis

Prof^ª. Marília Contin Ventrella

**Prof. Eduardo Fontes Araujo
(Orientador)**

“Tudo tem o seu tempo determinado,
e há tempo para todo propósito debaixo do céu:
há tempo de nascer e tempo de morrer;
tempo de semear e tempo de colher o que se semeou;
tempo de matar e tempo de curar;
tempo de derrubar e tempo de construir;
há tempo de ficar triste e tempo de se alegrar;
tempo de chorar e tempo de dançar;
tempo de espalhar pedras e de ajuntá-las;
tempo de abraçar e tempo de afastar;
há tempo de procurar e tempo de perder;
tempo de guardar e de desperdiçar;
tempo de rasgar e tempo de remendar;
tempo de ficar calado e tempo de falar;
há tempo de amar e tempo de aborrecer;
tempo de guerra e tempo de paz”.

(Eclesiastes 3: 1-8)

À minha avó Maria de Oliveira
Melo (*in memoriam*), que
sempre me incentivou e me
ensinou a nunca desistir,
DEDICO.

Aos meus pais, Nelson e
Marilda, e à minha irmã,
Livia, pelo amor e
compreensão,
OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

A DEUS que permitiu a conclusão de mais uma etapa em minha vida,

Aos meus pais e à minha irmã, “pois se pude enxergar mais longe, foi porque me apoiei no ombro de gigantes!” (Isaac Newton),

Aos meus avós, Geraldo Schiavon (*in memorian*) e Maria de Oliveira Melo (*in memorian*), pelo incentivo,

À minha família, Tia Marlene, Eustáquio, Telysmar e Marcos, por me acolherem em Viçosa,

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização desse trabalho,

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão parcial de bolsa,

Aos Departamentos de Fitotecnia, Engenharia Florestal e Biologia, pela chance de realização do curso,

Aos professores, Eduardo Fontes Araujo, Eduardo Euclides de Lima e Borges e Sebastião Martins Filho, pela paciência, compreensão e ensinamentos,

Ao Núcleo de Microscopia e Microanálise (NMM), na pessoa da prof^{ta}. Cláudia Alencar Vanneti, pelo auxílio técnico na interpretação das imagens em M.E.V.,

À professora Eveline Mantovani Alvarenga, por ter me acolhido com amor quando cheguei à Fitotecnia, por sempre ser solícita e por sua alegria,

Aos laboratoristas, José Eduardo (Fitotecnia), Learci e Marcinho (LASF), pela amizade, ajuda e ensinamentos,

Aos amigos de curso e grandes companheiros, Elaine (nani), Paulo, Marilene (Mari), Márcio, José Damato, Manuella, Ricardo e Cláudia, Mirian e Raniele, Eliane, Kátia e Gaby, enfim... São tantos que não caberiam aqui!

Ao Stefeson Bezerra de Melo, por sempre me fazer sorrir e me ajudar a ver o lado bom de tudo, mesmo quando tinha vontade de desistir... Por me ajudar continuamente na elaboração deste trabalho,

A todos os funcionários que contribuíram direta ou indiretamente para que esse projeto fosse concluído e por fazer meus dias, de alguma forma, melhores,

MUITO OBRIGADA!

BIOGRAFIA

DAYENE SCHIAVON DE CASTRO, filha de Marilda Schiavon de Castro e Nelson de Castro Melo, nasceu na cidade de Ubá, Minas Gerais, em 20 de Dezembro de 1982.

Iniciou o curso de Agronomia em Setembro de 2002 na Universidade Federal de Lavras – MG e graduou-se como Engenheira Agrônoma em Julho de 2007.

Em Agosto de 2007 foi aluna especial no Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa e em Março de 2008 iniciou o curso como aluna regular. Em Março de 2010 obteve o título de Mestre em Fitotecnia, área de concentração Produção e Tecnologia de Sementes.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Classificação botânica e descrição da espécie	2
2.2 Importância	4
2.3 Dormência	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1 Curva de embebição	9
3.2 Métodos para superação de dormência.....	9
3.2.1 Análise estatística.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1 Curva de embebição	13
4.2 Superação da dormência.....	16
4.2.1 Água aquecida.....	17
4.2.2 Ácido sulfúrico	19
4.2.3 Calor seco e calor úmido	29
4.2.4 Hipoclorito de sódio.....	33
5. CONCLUSÕES.....	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
APÊNDICES.....	47

RESUMO

CASTRO, Dayene Schiavon de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2010. **Superação de dormência em sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.)**. Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Coorientadores: Eduardo Euclides de Lima e Borges e Sebastião Martins Filho.

A garapa (*Apuleia leiocarpa*) é uma espécie arbórea com ampla dispersão pelo Brasil, sendo bastante utilizada em programas de reflorestamento e na recuperação de áreas degradadas. A espécie vem sofrendo redução no número de indivíduos em seu ambiente natural, devido à exploração comercial desordenada. Além disso, a formação de mudas pode ser limitada, em função do atraso na germinação. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar métodos para a superação de dormência em sementes de garapa. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes Florestais e no Núcleo de Microscopia e Microanálise, da Universidade Federal de Viçosa, no período de agosto de 2008 a maio de 2009. No primeiro experimento, sementes não escarificadas e escarificadas foram utilizadas para a elaboração da curva de embebição. No segundo experimento, as sementes foram submetidas a tratamentos para superação da dormência. Em seguida, elas foram avaliadas pelos testes de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento das plântulas. Para alguns tratamentos, as sementes também foram analisadas pela microscopia eletrônica de varredura. Para a superação da dormência, os tratamentos incluíram água aquecida (80°C) por 30 segundos; ácido sulfúrico 75 e 98% por 1, 3, 5, 7 e 9 minutos; calor seco (40°C) por 72 e 96 horas; calor úmido (60°C) por 24 e 48 horas; hipoclorito de sódio 10% por cinco tempos (5,0; 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0 horas). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições. Os dados do ácido sulfúrico constituíram um fatorial $2 \times 5 + 1$, foram submetidos à regressão, ao teste F e ao teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. O calor seco e o calor úmido foram submetidos à análise de variância, ao teste de Tukey e Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Para o hipoclorito de sódio foi realizada a análise de regressão. Após cada tratamento pré-germinativo, as sementes foram submetidas à avaliação da germinação (plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras) e do vigor (primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento das plântulas). As sementes de garapa escarificadas seguiram um modelo trifásico de embebição e a protrusão radicular ocorreu em torno de 72 horas. A imersão em água aquecida a 80°C por 30 segundos provocou a morte das sementes de garapa. A escarificação com ácido sulfúrico, independente da concentração e do tempo de

exposição, foi eficiente para a superação da dormência de sementes de garapa. Os tratamentos com calor seco, calor úmido e hipoclorito de sódio superaram parcialmente a impermeabilidade do tegumento de sementes de garapa.

ABSTRACT

CASTRO, Dayene Schiavon de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2010. **Overcoming dormancy in seeds of garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) JF Macbr.)**. Advisor: Eduardo Fontes Araujo. Co-advisors: Eduardo Euclides de Lima e Borges and Sebastião Martins Filho.

The garapa (*Apuleia leiocarpa*) is an arboreal species with wide dispersion throughout Brazil, being widely used in reforestation programs and the recovery of degraded areas. The species has suffered a reduction in the number of individuals in their natural habitat due to uncontrolled commercial exploitation. In addition, the seedlings may be limited depending on the delay in germination. The objective of this research to evaluate methods for overcoming seed dormancy in garapa. The survey was conducted in the laboratory and the seed at the Center for Microscopy and Microanalysis, Federal University of Viçosa, from August 2008 to May 2009. In the first experiment, seeds were scarified and not scarified used for the preparation of the imbibitions curve. In the second experiment, seeds were subjected to treatments to overcome dormancy. Then they were evaluated by germination, first count of germination, speed of germination and seedling length. For some treatments, the seeds were also analyzed by scanning electron microscopy. To overcome dormancy, the treatments included hot water (80°C) for 30 seconds, sulfuric acid 75 and 98% for 1, 3, 5, 7 and 9 minutes; dry heat (40°C) for 72 and 96 hours, wet heat (60°C) for 24 and 48 hours, 10% sodium hypochlorite for five times (5,0; 7,5; 10,0; 12,5 and 15,0 hours). The statistical design was completely randomized design with 4 replications. Data from the sulfuric acid factorial $2 \times 5 + 1$, were submitted to regression, the F test and Dunnett's test to the 5% level of probability. The heat treatment was subjected to analysis of variance, Tukey's test and Dunnett, at 5% probability. For sodium hypochlorite was performed analysis of variance and regression. After each treatment, seeds were evaluated for germination (normal seedlings, abnormal seedlings, dead seeds and hard seeds) and vigor (first count of germination, speed of germination and seedling length). Garapa scarified seeds following a three-phase model of imbibitions and radicle protrusion occurs around 72 hours. Immersion in water heated to 80°C for 30 seconds caused the death of the seeds of garapa. Scarification with sulfuric acid, regardless of concentration and exposure time, was effective in overcoming the dormancy of seeds of garapa. Treatments with dry heat, wet heat and sodium hypochlorite partially overcome the impermeability of the seed coat of garapa.

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um complexo e exuberante conjunto de ecossistemas de grande importância por abrigar uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil. Está distribuída ao longo da costa atlântica do país, atingindo áreas da Argentina e do Paraguai nas regiões sudeste e sul (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2009).

A interferência antrópica nesse bioma iniciou-se na colonização do país, mas foi nas últimas três décadas que ela se intensificou e, hoje, ele é um dos mais ameaçados de degradação. A área original da Mata Atlântica (cerca de 15% do país), após intenso desflorestamento, foi reduzida a 7,91%. O Estado de Minas Gerais foi o mais atingido, pois dos 46% do bioma nativo, agora restam 9,68%. No município de Viçosa, MG, área do presente estudo, há apenas 12% de floresta preservada (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2009).

A garapa, *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr., família Leguminosae, faz parte desse bioma e é considerada uma espécie que enfrenta risco alto de extinção na natureza (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2004).

A escolha de sementes, com qualidade física, fisiológica e genética, constitui a base indispensável para a formação de uma floresta capaz de responder às demandas, cada vez maiores, que têm sido alocadas na direção deste precioso recurso natural (IPEF, 1998).

As sementes de garapa germinam de forma lenta e irregular. Dependendo das condições de ambiente, a germinação inicia-se entre 10 a 30 dias e, se não houver tratamento pré-germinativo adequado, pode levar até 80 dias germinando (CARVALHO, 1994). Esse atraso na germinação ocorre devido a uma barreira mecânica que confere às sementes de garapa a dormência por impermeabilidade do tegumento (LOUREIRO, 2005). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a dormência tegumentar ocorre em 85% das espécies da família Leguminosae. Na natureza, o processo de escarificação envolve a participação e a interação de microrganismos e temperaturas alternadas, além da atividade de animais predadores.

A superação da dormência de sementes de garapa, utilizando métodos artificiais, pode aumentar e acelerar a germinação/emergência das sementes/plântulas, reduzindo o gasto de sementes e o tempo para a formação das mudas e, conseqüentemente, seu custo de produção.

Para algumas espécies, é necessário ferver as sementes por alguns minutos, permitindo assim a retirada das ceras presentes nos tegumentos das sementes, diminuindo sua impermeabilidade, possibilitando a entrada de água e as trocas gasosas, condições necessárias à germinação (ZAIDAN e BARBEDO, 2004).

A superação da dormência pelo uso de ácido sulfúrico tem se mostrado muito eficiente para um grande número de espécies. No entanto, é um método muito caro e traz certo perigo às pessoas que o manipulam (JELLER e PEREZ, 1999), pelo alto poder corrosivo e pela violenta reação com a água, elevando a temperatura e causando respingos que podem provocar queimaduras.

Segundo Coolbear (1994), muito cuidado deve-se ter com relação ao tempo máximo de exposição das sementes ao calor úmido e calor seco, pois exposições prolongadas a altas temperaturas podem causar a deterioração das sementes devido à desnaturação protéica e processos associados.

A utilização do hipoclorito de sódio é um método barato, simples e atóxico ao produtor. Além disso, é um potente oxidante, logo sua ação na quebra de dormência pode ser resultante de modificações nas propriedades das membranas celulares do tegumento ou no fornecimento de oxigênio adicional para a semente (HSIAO e QUICK, 1984). DiTommaso e Nurse (2004) recomendam a realização de pré-testes para definir a concentração e o tempo ideais de embebição em solução de NaClO para determinar o impacto sobre a viabilidade e germinabilidade das sementes.

Estudos já foram desenvolvidos sobre superação de dormência das sementes de garapa utilizando a escarificação física (BIANCHETTI et al., 1995; NICOLOSO et al., 1997; LOUREIRO, 2005; SILVA et al., 2008), química (CARVALHO, 1994; BIANCHETTI et al., 1995; NICOLOSO et al., 1997; LOUREIRO, 2005) e mecânica (LOUREIRO, 2005), mas os resultados não tem sido consistentes.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes métodos para a superação de dormência em sementes de garapa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Classificação botânica e descrição da espécie

A garapa pertence ao reino Plantae, superdivisão Spermatophyta, divisão Magnoliophyta (Angiosperma), classe Magnoliopsida (Dicotiledônea), subclasse Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), gênero *Apuleia*, espécie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.

É uma espécie arbórea, com 25 a 35 m de altura e 60 a 90 cm de diâmetro, vulgarmente conhecida como garapa, garapeira, muirajuba, muiratauá, amarelinho, gema de ovo, grápia, jataí-amarelo, dentre outros. Apresenta crescimento lento a moderado, ocorrendo desde o Estado do Pará até o Rio Grande do Sul, em floresta pluvial (LORENZI, 2000). A floração ocorre de outubro a novembro e a frutificação ocorre de março a julho, encontrando-se frutos maduros a partir de abril.

A espécie possui comportamento de pioneira indiferente a secundária tardia e regeneração abundante nas florestas secundárias e povoa, com facilidade, as capoeiras e roças abandonadas. É considerada padrão de terrenos secos e profundos, sempre encontrada nos lugares altos. É recomendada para reposição de mata ciliar em locais sem inundação (CARVALHO, 1994).

Segundo Barroso et al. (1999), o fruto de garapa é simples, classificado como legume samaróide, ou seja, é um fruto seco, indeiscente, plano e comprimido, com adaptação à dispersão anemocórica e possui uma a poucas sementes. Segundo Loureiro (2005), a semente é exalbuminosa, exotestal e é constituída apenas pelo tegumento (testa e tégma) e pelo embrião.

Nas angiospermas, a semente provém do óvulo fertilizado como resultado de um processo conhecido como dupla fecundação. Na semente madura, o embrião, a partir do exterior, é envolvido por diversas camadas: um ou dois tegumentos, remanescentes do tecido nucelar e endosperma. Em uma semente bitegmentada, estão presentes a testa (tegumento externo) e o tégma (tegumento interno). As sementes que apresentam as características distintivas na testa são denominadas testais. A cutícula (camada cerosa) reveste a epiderme externa da testa, que forma uma camada paliçádica rígida (exotesta), cujas células são providas de espessas paredes que podem ou não ser lignificadas (macroesclereídes ou células de Malpighi), como ocorre, caracteristicamente, nas leguminosas (BELTRATI e PAOLI, 2003). A linha lúcida, linha refrativa que percorre transversalmente as macroesclereídes através de todo o tegumento, localiza-se um pouco acima da metade das macroesclereídes (MELO-PINNA et al., 1999).

As células da camada subepidérmica diferenciam-se nas chamadas “células colunares”, também denominadas células em pilar, ampulheta ou osteoesclereídes, dependendo da distribuição dos espessamentos da parede e formatos das células. O tecido localizado mais profundamente é um parênquima lacunoso com grandes células alongadas tangencialmente na parte externa e células menores e muito ramificadas na interna. Na região do hilo ocorre a presença de duas camadas em paliçada e, ainda, um grupo compacto de traqueídeos (ESAU, 1974).

2.2 Importância

A garapa apresenta uma madeira de lei, sem falhas ou cavidades, dura, pesada e muito durável (MATTOS, 2002), o que confere a ela elevado valor econômico (AULER, 1997; MARCHIORI, 1997; BACKES e IRGANG, 2002). Essa espécie tem sido valorizada, pois sua madeira possui múltiplos usos, devido às suas propriedades mecânicas e durabilidade natural, sendo utilizada principalmente na construção civil externa e interna, na marcenaria, na cutelaria e como matéria-prima para estacas, vigas, postes, tacos, dormentes, caibros e outros (REITZ et al., 1983; CARVALHO, 1992). Além disso, devido à alta concentração de tanino na casca (24%), também tem sido aproveitada na indústria de curtume (REITZ et al., 1983).

A garapa é uma das espécies arbóreas mais comumente encontradas nos fragmentos florestais da Zona da Mata e poderia ser utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas e enriquecimento de fragmentos em desenvolvimento, possuindo importância ecológica inquestionável (SILVA et al., 2003; BIONDO et al., 2005). Segundo Souza (2008), ela teve sua distribuição correlacionada com solo menos ácido e mais fértil, do ambiente mais plano de rampas, apresentando potencial para restauração de áreas similares.

Também Ruppelt et al. (1991) relataram sua importância medicamentosa, com a presença de atividade antiinflamatória e antiofídica em extrato de folhas secas e frescas. Muñoz et al. (2000), avaliando atividades fitoterápicas para cura dos sintomas da malária, obtiveram resultados favoráveis com a espécie.

Esta leguminosa vem sendo extraída de forma maciça e suas populações naturais estão sofrendo diminuição significativa (NICOLOSO et al., 1997; LELES et al., 1998; NICOLOSO et al., 2001; RUSCHEL et al., 2003).

A espécie tem sido citada em trabalhos com inventário florístico e fitossociológico, como sendo importante na composição estrutural de florestas, pois apresenta destaque entre as espécies com maiores índices de valor de importância e maiores densidades. Esses resultados indicam sua importância para composição das florestas onde ocorre (MEIRA-NETO et al., 1997; MEIRA-NETO e MARTINS, 2000; CARVALHO et al., 2008).

2.3 Dormência

A água é essencial para que se inicie o processo de germinação das sementes (BEWLEY e BLACK, 1994). Segundo Laboriau (1983), o período necessário para absorção de água pelas sementes depende de quatro fatores. O primeiro é a composição química das sementes; o segundo é a quantidade de água disponível; o terceiro é a área de contato entre semente e substrato e o quarto, a temperatura na qual a semente está exposta durante o processo de embebição.

Bewley e Black (1994) propuseram um modelo de curva para absorção de água por sementes. De acordo com esses autores, a germinação se dá em três fases ou etapas, de acordo com a absorção de água. A fase I se caracteriza por ocorrer rapidamente e a absorção de água se dá pela diferença acentuada entre os potenciais hídricos do substrato e os vários tecidos da semente; no entanto, as sementes que apresentam tegumento impermeável não dão início ao processo de embebição. Na fase II a água é absorvida lentamente pela semente e na fase III ocorre a absorção ativa de água pelas sementes e o crescimento do eixo embrionário, sendo que só alcançam esta fase sementes viáveis e não dormentes.

O tegumento é um dos principais condicionantes da germinação, do vigor e da longevidade das sementes, sendo o estudo da sua estrutura e propriedades de suma importância para explicar o comportamento das sementes sob determinadas condições ambientais (SOUZA e MARCOS-FILHO, 2001). Entre as várias funções desempenhadas pelo tegumento está a de regulador da embebição, de preservação da integridade das estruturas internas da semente, de proteção do embrião contra injúrias mecânicas e ataque de patógenos, de regulação das trocas gasosas entre o embrião e o ambiente externo e, em muitas espécies, a de participação no processo de dispersão (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Durante a maturação ocorrem alterações na permeabilidade do tegumento, podendo as sementes apresentar tegumento com elevado grau de impermeabilidade (BEWLEY e BLACK, 1994).

Marcos-Filho (2005) relata várias causas que, isoladas ou combinadas, podem ocasionar a dureza do tegumento, tais como a presença de camada cerosa e de grande quantidade de suberina e cutina nas camadas superficiais do tegumento, deposição de lignina na base das células, presença de ácidos graxos nos espaços intercelulares da camada paliçádica, oxidação de compostos fenólicos presentes em células pigmentadas do tegumento, dentre outros.

Segundo Loureiro (2005), a presença de macroesclereídes, de osteoesclereídes, da segunda linha lúcida e de substâncias fenólicas caracteriza uma barreira mecânica e

química que confere às sementes de garapa a dormência por impermeabilidade do tegumento.

A dormência causada por fatores inerentes ao tegumento da semente pode ser superada pela escarificação, termo que se aplica a qualquer tratamento que provoque a ruptura ou o enfraquecimento do tegumento, de modo a permitir a absorção de água e conseqüentemente a germinação (EIRA et al., 1993).

Na natureza, o processo de escarificação ocorre pela associação de diversos fatores como microrganismos presentes no solo, pelo contato das sementes com as partículas do solo, pela amplitude diária de temperaturas e pela passagem das sementes pelo trato digestivo de pássaros e outros animais (MAYER e POLJAKKOFF-MAYBER, 1982; VÁZQUEZ-YANES e OROSCO-SEGOVIA, 1982; BASKIN e BASKIN, 2000; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Em laboratório, alguns métodos de escarificação são utilizados para superar a dormência de sementes. Essa técnica provoca uma abrasão na superfície do tegumento, permitindo a entrada e saída de água e gases das sementes, sendo que esse processo pode ser físico, mecânico ou químico.

A escarificação física consiste na imersão das sementes em água a temperatura ambiente ou aquecida por alguns minutos ou horas e tem se mostrado efetiva na superação de dormência de sementes de várias espécies florestais, como *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (EIRA et al., 1993), *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (RIBAS et al., 1996), *Acacia mearnsii* De Wild. (MARTINS-ORDER et al., 1999), *Piptadenia miniliformis* Benth. e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 1999), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (TELES et al., 2000), *Peltophorum dubium* (OLIVEIRA et al., 2003), e *Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake (MATHEUS e LOPES, 2007). Estudos realizados com *Apuleia leiocarpa* (Vog.) J. F. Macbr. var. *mollaris* Spr. ex Benth. (SOUZA et al., 1994) demonstraram que a imersão em água quente (80°C por 2 e 10 minutos) causou a morte de metade das sementes. A morte de todas as sementes de garapa foi observada por vários pesquisadores: Bianchetti et al. (1995), após imersão em água quente (96°C por 2, 4, 6, 8 e 10 minutos); Nicoloso et al. (1997), após imersão em água fervente por 15 e 30 segundos, 1 e 2 minutos; Loureiro (2005), após imersão em água aquecida (80°C por 20 minutos); Silva et al. (2008), após imersão das sementes em água quente (100°C por 1 minuto).

A escarificação mecânica consiste na abrasão do tegumento com lixas ou picotes com tesouras e outros objetos de corte. Ela foi eficiente para a superação de dormência

em barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) (DIGNART et al., 2005) e em pata de vaca (*Bauhinia forficata* Link.) (VIVIAN et al., 2005), dentre outras.

A escarificação química geralmente é realizada com ácido sulfúrico concentrado e tem se mostrado um tratamento eficiente para superação da dormência de sementes. O ácido concentrado provoca desgaste no tegumento, causando a remoção da cutícula e a exposição das camadas das macroesclereídes (SANTARÉM e AQUILA, 1995), facilitando assim a embebição. Para Souza et al. (1994), estudando sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vog.) J. F. Macbr. var. *mollaris* Spr. ex Benth., o ácido sulfúrico concentrado, por 5 a 30 minutos, foi o tratamento mais eficiente. Estudando sementes de garapa, Carvalho (1994) indicou a escarificação em ácido sulfúrico a 75% por 15 minutos para superação de dormência. Bianchetti et al. (1995) verificaram que a escarificação utilizando ácido sulfúrico concentrado por 6 a 20 minutos apresentou o melhor resultado. Por outro lado, Nicoloso et al. (1997) observaram que, após a exposição ao ácido sulfúrico concentrado por 2, 5, 10, 15 e 20 minutos, todos os tempos de exposição tiveram a mesma eficiência na superação da dormência. Loureiro (2005) observou que o ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos foi o tratamento mais eficiente.

Para algumas espécies florestais da família Leguminosae foram alcançadas elevadas porcentagens de germinação com o uso desta técnica de escarificação, variando apenas o tempo de exposição ao ácido, como em *Senna macranthera* (Collad.) Irwin e Barn (SANTARÉM e AQUILA, 1995), *Bowdichia virgilioides* Kunth (SAMPAIO et al., 2001; SMIDERLE e SOUZA, 2003; ALBUQUERQUE et al., 2009), *Caesalpineia ferrea* var. *leiostachya* Benth. (LOPES et al., 1998; NASCIMENTO e OLIVEIRA, 1999), *Cassia grandis* L. f. (LOPES et al., 1998), *Cassia excelsa* Schrad (JELLER e PEREZ, 1999) e em *Bauhinia monandra* Kurz. (ALVES et al., 2000), entre outras.

O tratamento com calor seco consiste na exposição das sementes à alta temperatura. Algumas espécies florestais também alcançaram elevadas porcentagens de germinação com o uso dessa técnica para superação de dormência, como em *Peltophorum dubium* Taub. (PEREZ et al., 1998), *Tectona grandis* L. f. (VIEIRA et al., 2008), *Dodonaea petiolaris* F. Muell. (TURNER et al., 2009), *Galactia regularis* Britton e *Lupinus perennis* L. (BOLIN, 2009). No tratamento com calor úmido as sementes são expostas à alta temperatura e umidade. Esse método foi eficiente para a espécie *Cassia chamaecrista* L. var. *nictitans* (BOLIN, 2009).

Registros referentes ao estímulo de germinação e mesmo quebra de dormência de algumas sementes pelo hipoclorito de sódio indicam que essa substância, além de escarificar o tegumento, dependendo da concentração e do tempo de exposição, aumenta sua permeabilidade ao oxigênio, a água e a solutos, podendo também facilitar a remoção ou oxidação de inibidores de germinação (HSIAO et al., 1981), o que levou Bewley e Black (1994) a considerar essa substância como um agente químico oxidante, usado para quebra de dormência em sementes. A aplicação de hipoclorito de sódio pode ainda evitar a termodormência em sementes, o que é extremamente importante para hortaliças cultivadas em regiões mais quentes (DREW e BROCKLEHURST, 1984). Por outro lado, a ação prolongada do hipoclorito de sódio ou sua utilização em altas concentrações pode induzir a dormência de sementes de pimenta e aveia silvestre (McCOLLUM e LINN, 1955; HSIAO, 1979; HSIAO e HANS, 1981).

O hipoclorito de sódio também foi utilizado com eficiência para degradar o pergaminho de sementes de café e acelerar a germinação das sementes (MEIRELES et al., 2007; SOFIATTI et al., 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal e no Núcleo de Microscopia e Microanálise do Departamento de Biologia na Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizadas sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. coletadas em fevereiro de 2009 no município de Viçosa, MG. O local possui as seguintes características: 20°45'14'' de latitude sul, 42°52'53'' de longitude oeste, altitude de 690 m, temperatura média anual em torno de 19,40°C, 68,9% de umidade relativa média anual e precipitação pluviometria média anual de 679,5 mm.

As sementes foram armazenadas em tambores de papelão e em câmara fria com controle de temperatura (5°C) e umidade relativa (60%), até o início dos tratamentos. Nessa ocasião, as sementes continham 11,1% de teor de água, determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas. Foram utilizadas 3 repetições de 25 sementes e os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 1992).

No primeiro experimento, sementes não escarificadas e escarificadas foram utilizadas para a elaboração da curva de embebição.

No segundo experimento, as sementes foram submetidas a tratamentos para superação da dormência. Em seguida, foram avaliadas pelos testes de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento das plântulas. Para alguns tratamentos, as sementes também foram analisadas pela microscopia eletrônica de varredura.

3.1 Curva de embebição

Para a determinação da curva de embebição, foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes tanto para sementes intactas (testemunha), quanto para sementes escarificadas. Previamente, as sementes foram pesadas em balança analítica digital com precisão de 0,001g. A escarificação foi realizada com ácido sulfúrico 98% durante 9 minutos e lavadas em água corrente por 3 minutos, uma vez que nos pré-testes realizados esse foi o melhor tratamento. As sementes foram acondicionadas em caixas plásticas tipo gerbox, forradas com duas folhas de papel germiteste e cobertas com outra folha, umedecidas com água esterilizada em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato e mantidas em câmara tipo BOD sob a temperatura constante de 25°C e luz constante com 4 lâmpadas fluorescentes (20W). Após cada período de embebição, as sementes foram retiradas da caixa, submetidas à secagem com papel toalha para retirada do excesso de água e pesadas em balança de precisão, visando determinar o ganho de massa das sementes. As sementes foram pesadas nos seguintes tempos: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; 12,0; 18,0; 24,0; 36,0; 48,0; 60,0; 72,0; 84,0; 96,0; 108,0 e 120,0 horas, até protrusão radicular de 50% das sementes. O ganho de massa das sementes, após cada período de embebição, foi calculado de acordo com a fórmula:

$$\text{Ganho de massa (\%)} = \left(\frac{M_f - M_i}{M_i} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que: M_f: massa final
M_i: massa inicial

Os dados da testemunha e das sementes escarificadas foram submetidos à análise de regressão ao nível de 5% de probabilidade.

3.2 Métodos para superação de dormência

Os métodos pré-germinativos para superação da dormência foram representados por 20 procedimentos, além da testemunha (sementes não-escarificadas), conforme apresentado na Tabela 1.

TABELA 1. Tratamentos para superação de dormência das sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

Código	Tratamentos
1	H ₂ SO ₄ 75% 1 minuto
2	H ₂ SO ₄ 75% 3 minutos
3	H ₂ SO ₄ 75% 5 minutos
4	H ₂ SO ₄ 75% 7 minutos
5	H ₂ SO ₄ 75% 9 minutos
6	H ₂ SO ₄ 98% 1 minuto
7	H ₂ SO ₄ 98% 3 minutos
8	H ₂ SO ₄ 98% 5 minutos
9	H ₂ SO ₄ 98% 7 minutos
10	H ₂ SO ₄ 98% 9 minutos
11	calor seco 40°C 72 horas
12	calor seco 40°C 96 horas
13	calor úmido 60°C 24 horas
14	calor úmido 60°C 48 horas
15	NaClO 10% 5,0 horas
16	NaClO 10% 7,5 horas
17	NaClO 10% 10,0 horas
18	NaClO 10% 12,5 horas
19	NaClO 10% 15,0 horas
20	Água aquecida a 80°C por 30 segundos
21	Testemunha

No tratamento pré-germinativo com ácido, as sementes foram colocadas em um becker e, posteriormente, foi adicionado o ácido sulfúrico concentrado (densidade 1,84 e pureza de 95-98%) e diluído (75%) até cobrir as sementes. Durante 1, 3, 5, 7 e 9 minutos, o material foi agitado com um bastão de vidro. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente para a retirada de resíduos do ácido.

No tratamento pré-germinativo com calor seco, as sementes foram colocadas sobre uma folha de papel germiteste em caixas tipo gerbox e colocadas em estufa do tipo convecção gravitacional regulada para 40°C, por 72 e 96 horas.

No tratamento pré-germinativo com calor úmido, as sementes foram colocadas sobre uma tela de arame, disposta em uma caixa plástica tipo gerbox contendo 40 mL de água destilada no fundo e mantidas, por 24 e 48 horas, em estufa do tipo convecção gravitacional regulada para 60°C.

No tratamento pré-germinativo com hipoclorito de sódio, 50 sementes foram acondicionadas em caixas gerbox, onde ficaram pré-embebidas em 100 mL de solução de hipoclorito de sódio com concentração de 10% de cloro ativo. Para que não flutuassem, utilizou-se o telado das caixas gerbox sobre as sementes. As caixas contendo as sementes foram levadas para a câmara do tipo BOD, regulada com temperatura de 25°C, onde permaneceram por cinco tempos de embebição (5,0; 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0 horas). Transcorrido esse período, as sementes foram lavadas em água corrente para a retirada de resíduos do hipoclorito.

No tratamento pré-germinativo com água aquecida, as sementes foram colocadas em sacos de pano e imersas durante 30 segundos em água aquecida a 80°C, utilizando-se, para isto, um ebulidor de água. Posteriormente, foram colocadas para esfriar ao ar livre.

Após cada tratamento, foram realizadas as seguintes determinações:

a) Teste de germinação

Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes distribuídas em papel germiteste umedecido com solução de Captan na concentração de 2,4 g/L em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. Após a confecção dos rolos de papel, esses foram acondicionados em sacos de polietileno para reduzir a perda de água. As sementes foram mantidas em estufas tipo BOD, ajustadas sob luz constante com 4 lâmpadas fluorescentes (20W), a temperatura constante de 25°C. As características avaliadas foram plântulas normais (plântulas com todas as estruturas presentes, sendo parte aérea e radícula maiores que 1 cm), plântulas anormais (plântulas com ausência de alguma estrutura e contaminadas por microorganismos), sementes mortas (sementes que embeberam e apresentavam-se contaminadas por microorganismos) e sementes duras (sementes intactas, que não absorveram água), com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). As avaliações foram realizadas aos 6 e 10 dias após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem, sendo que a característica plântulas normais correspondeu à porcentagem de germinação.

b) Testes de vigor

- Primeira contagem da germinação: em conjunto com o teste de germinação, foi realizada a determinação das sementes que apresentaram a protrusão da radícula (≥ 2

mm) na primeira contagem, ou seja, no 6º dia após a montagem do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem.

- Índice de velocidade de germinação: o teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação. As contagens das sementes germinadas foram efetuadas diariamente, no mesmo horário, durante o período de 10 dias, reumedecendo o substrato, no 6º dia, após o início do teste. O critério de germinação foi a protrusão radicular (≥ 2 mm). O índice de velocidade de germinação foi calculado, empregando-se a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n \quad (2)$$

Em que: IVG = Índice de velocidade de germinação

G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas na primeira, segunda e na última contagem.

N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

- Comprimento das plântulas: após a permanência de 10 dias no germinador, cada plântula normal foi medida, com o auxílio de uma régua milimetrada, da ponta da raiz até a inserção dos cotilédones. Os resultados foram expressos em mm/plântula (NAKAGAWA, 1994).

c) Microscopia eletrônica de varredura:

Para este procedimento, as sementes da testemunha e de alguns dos melhores tratamentos (ácido sulfúrico 75 e 98% por 3 e 9 minutos) e do pior tratamento (água aquecida a 80°C por 30 segundos) foram coletadas, lavadas em água corrente e submetidas à secagem superficial. Essas sementes foram montadas em suportes de alumínio (*stubs*) e fixadas com cola condutora de carbono e fita de carbono dupla face para metalização com ouro (Evaporador Balzers Union, modelo SCA 010). A visualização foi realizada em microscópio eletrônico de varredura (MEV), Marca LEO, modelo 1430 VP. Essas análises foram realizadas no Núcleo de Microscopia e Microanálise, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

3.2.1 Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições de 50 sementes.

Os dados obtidos em todas as avaliações foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Lilliefors) e homogeneidade (teste de Cochran), que evidenciaram

ser necessário submeter os dados dos testes de germinação e primeira contagem da germinação à transformação em $\arcsen\sqrt{\frac{X}{100}}$.

O método pré-germinativo com ácido sulfúrico constituiu em um fatorial 2 X 5 + 1, sendo duas concentrações do ácido sulfúrico e cinco tempos de exposição, mais a testemunha. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância. Para o fator concentração utilizou-se o próprio teste F para discriminar os dois níveis. Para o fator tempo (cinco níveis) foi utilizada a análise de regressão. O teste de Dunnett foi utilizado na comparação das concentrações com a testemunha.

Os dados obtidos nos tratamentos com calor seco e úmido foram submetidos à análise de variância. As médias desses tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey e também, com a testemunha pelo teste de Dunnett, ambos a 5% de probabilidade.

Os dados referentes aos tratamentos com o hipoclorito de sódio foram submetidos à análise de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Curva de embebição

Na Figura 1, encontra-se a curva de embebição para as sementes de garapa.

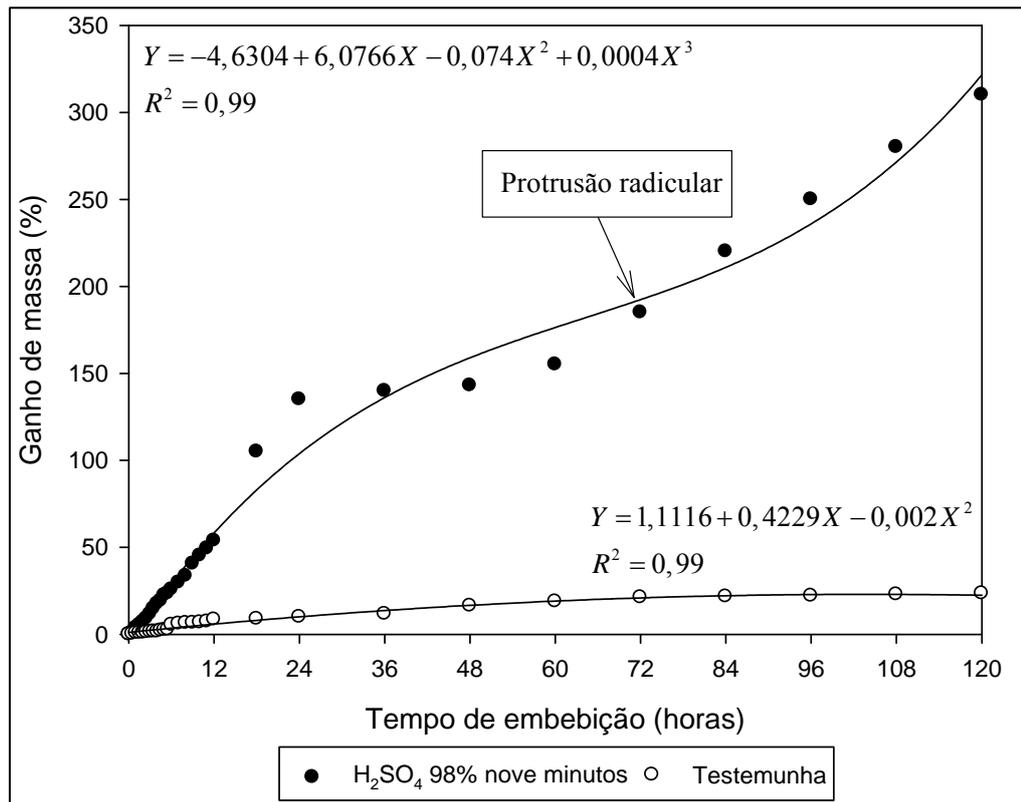


FIGURA 1. Ganho de massa das sementes intactas e escarificadas (H₂SO₄ 98% por 9 minutos) de garapa, em função do período de embebição. UFV, Viçosa, MG, 2009.

Para as sementes não escarificadas (testemunha), pode-se constatar que houve um discreto aumento no teor de água das sementes ao longo do período de embebição. A equação polinomial quadrática foi a que melhor descreveu o comportamento das sementes durante este processo e foi significativa ($P < 0,05$). Após 72 horas de embebição, as sementes de garapa não apresentaram o início da emissão da raiz primária, provavelmente porque não atingiram o teor de água suficiente para dar continuidade ao processo de germinação. A variação do grau de impermeabilidade do tegumento em diferentes lotes de sementes desta espécie, descrita por Souza et al. (1994), Biancheti et al. (1995), Nicoloso et al. (1997) e Loureiro (2005), pode ser apontada como uma justificativa para a lenta absorção de água.

A curva obtida para a testemunha não seguiu o padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1994) (Figura 1), devido à lenta absorção de água das sementes intactas.

Em Fabaceae, a principal resistência à entrada de água é conferida pela testa, pois, com a ruptura desta camada, ocorre uma rápida absorção de água, iniciando-se a germinação (MONTARDO et al., 2000).

A Figura 2 apresenta fissuras superficiais na cutícula da testemunha que podem ter duas causas: comportamento higroscópico das sementes de garapa ou pela ocorrência de grande amplitude térmica no desenvolvimento das sementes, conforme relatado por Marcos-Filho (2005).

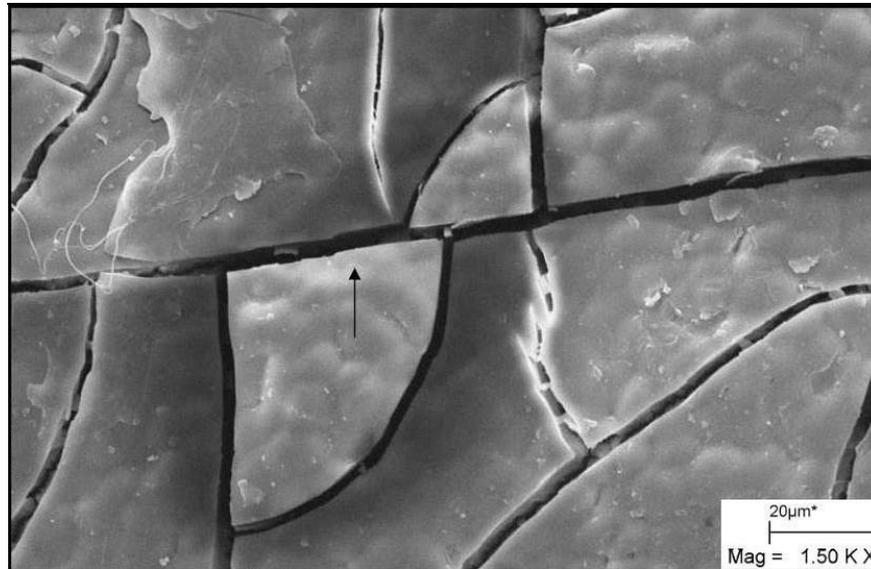


FIGURA 2. Eletromicrografia de varredura da testa de sementes intactas de garapa (testemunha) apresentando rachaduras (→) em forma de placas na cutícula. UFV, Viçosa, MG, 2009.

Segundo Yap e Wong (1983), a ação de altas temperaturas exerce um papel ecológico importante na superação da dormência das sementes de algumas espécies florestais, promovendo fissuras no tegumento das mesmas, facilitando a absorção de água e gases, desencadeando o processo germinativo e, conseqüentemente, o estabelecimento da regeneração natural destas espécies.

Elias et al. (2005) verificaram que as variações na temperatura e na umidade relativa do ar promovem o desenvolvimento de fissuras nos grãos de arroz, sendo o gradiente de umidade mais eficiente no desenvolvimento de fissuras do que o gradiente térmico.

Resultados semelhantes foram observados por Loureiro (2005), a qual relata que este padrão observado na curva de absorção de água para sementes de garapa é devido à presença de macroesclereídes e osteoesclereídes, da segunda linha lúcida e de substâncias fenólicas, que caracterizam uma barreira mecânica e química à absorção de água.

A curva de embebição das sementes escarificadas com H₂SO₄ 98% por 9 minutos (Figura 1) apresentou comportamento cúbico e foi significativa (P < 0,05). As

primeiras manifestações da germinação ocorreram algumas horas após a instalação do teste, caracterizada pelo intumescimento das sementes, observando-se aumento significativo no tamanho dessas. Com 72 horas, ocorreu a protrusão da radícula das sementes.

Observou-se, ainda, que a evolução da embebição da semente ocorreu formando uma curva trifásica, sendo a fase I caracterizada por um ganho de umidade bastante significativo nas primeiras 24 horas de embebição, em torno dos 100%.

Resultados semelhantes foram obtidos para Shimizu et al. (2009) que observaram uma rápida absorção de água nas primeiras 24 horas de embebição em sementes da espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducker) Barneby, e por Pinto et al. (2007) para *Solanum lycocarpum* St. Hil que observou um aumento de 53,11% no seu peso fresco até atingir a fase II. Essa fase é caracterizada por ser um processo puramente físico, pois independe da atividade metabólica das sementes, podendo ocorrer em sementes viáveis ou não (BEWLEY e BLACK, 1994). Segundo Seiffert (2003), este rápido ganho de umidade observado na fase I em relação às outras se deve, provavelmente, à presença de matrizes hidrofílicas, como proteínas. Marcos-Filho (2005) descreve que, nessa fase, surgem os primeiros sinais da reativação do metabolismo, com aumento acentuado da atividade respiratória, liberação de energia para a germinação e ativação de enzimas e proteínas.

A fase II foi mais longa, durando em torno de 48 horas e com ganho de umidade mais lento. As sementes tiveram oscilações no grau de umidade ao longo dessa fase. Provavelmente oriunda de sementes que não tiveram sua dormência quebrada, conforme observado por Albuquerque et al. (2009). A redução drástica da velocidade de embebição e a intensidade de respiração são características dessa fase, cuja ocorrência e duração são variáveis de acordo com a espécie considerada. De acordo com Bewley e Black (1994), é necessária uma diminuição da absorção de água para a mobilização das substâncias que foram desdobradas na fase I da região de reserva para os tecidos meristemáticos.

Após esse período de reduzida embebição, as sementes voltaram a ganhar umidade, culminando com a protrusão radicular, caracterizando a fase III que ocorreu após 72 horas de embebição. Essa retomada da embebição ocorreu devido à germinação.

4.2 Superação da dormência

Utilizou-se um diagrama de dispersão dos dados (Apêndices A, B, C e D) para agrupar os tratamentos, revelar mais informações sobre os valores agrupados e mostrar similaridades entre grandes conjuntos de dados em vez de diferenças entre pontos de dados. O diagrama separou os tratamentos em grupos da seguinte maneira: melhores resultados (grupo 1), resultados intermediários (grupo 3) e resultados inferiores (grupo 2), além da testemunha. O grupo 1 é representado pelo ácido sulfúrico 75 e 98%; o grupo 2, pelo calor seco e calor úmido; o grupo 3, pelo hipoclorito de sódio 10%.

4.2.1 Água aquecida

Não houve germinação das sementes de garapa após a imersão em água aquecida (80°C por 30 segundos) e por isso, esse tratamento foi retirado da análise estatística. As sementes de garapa após escarificação em água aquecida tiveram uma rápida embebição, em torno de 24 horas, observada durante o teste de germinação, entretanto não ocorreu a germinação devido à morte das sementes.

Na Figura 3, observam-se os efeitos da água aquecida na exotesta de sementes de garapa. Nota-se que ela permitiu a retirada das ceras presentes nos tegumentos das sementes, diminuindo sua impermeabilidade, possibilitando a entrada de água e as trocas gasosas, condições necessárias à germinação, conforme observado por Zaidan e Barbedo (2004). Entretanto, como causou a morte da totalidade das sementes, esse tratamento não é indicado para a superação da dormência de sementes de garapa.

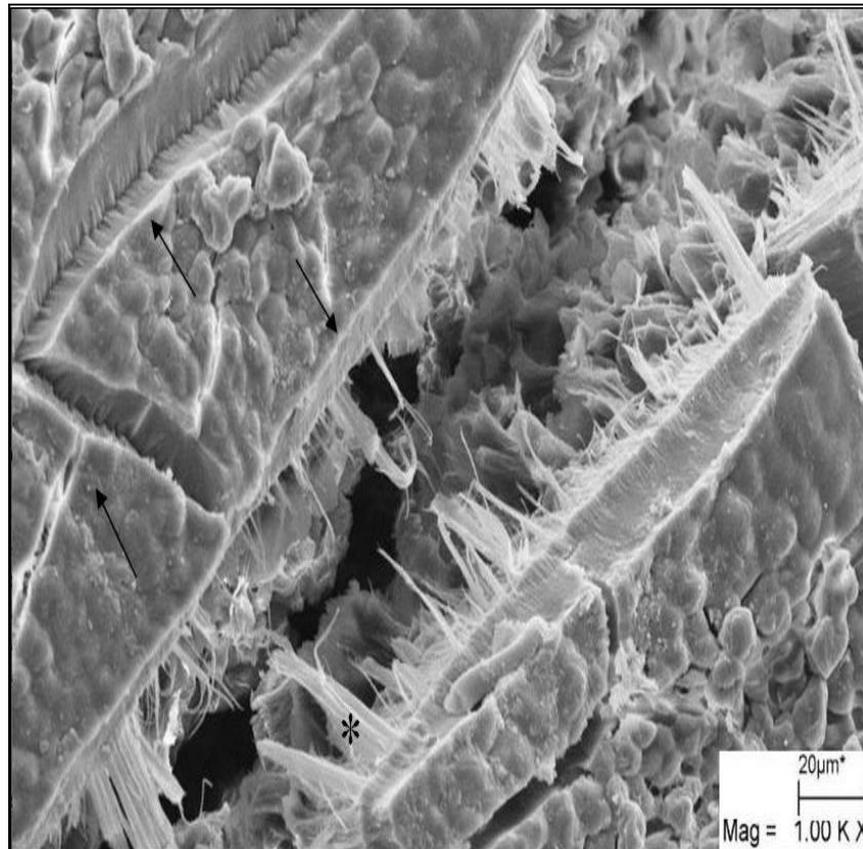


FIGURA 3. Eletromicrografia de varredura da testa de sementes de garapa apresentando rachadura na testa (→), atingindo a camada de macroscleerídes em paliçada (*), ocasionada pela água aquecida a 80°C por 30 segundos. UFV, Viçosa, MG, 2009.

Segundo Castro e Hilhorst (2004), a embebição é um processo puramente físico, que depende somente da ligação da água à matriz da semente. Isso ocorre em qualquer material, morto ou vivo, que contém sítios de ligação ou de afinidade pela água.

Silva et al. (2008), após imersão das sementes de garapa em água fervente (100°C por 1 minuto) para superação da dormência, observaram após eletroforese que não houve atividade das isoenzimas aldolase, gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, malato desidrogenase e peroxidase. Todas elas estão associadas ao processo germinativo e a perda da atividade de alguma pode ocasionar danos às sementes, reduzindo o poder de germinação, levando-a a morte. Também houve alteração do padrão das bandas das proteínas totais, sendo recomendada a sua avaliação para monitoramento da qualidade de sementes.

Também, a ausência total de germinação pode estar relacionada a uma possível morte dos tecidos, conforme demonstrado em sementes de cássia (*Cassia excelsa* Schrad), escarificadas em água fervente por 15 e 20 minutos. Este tratamento resultou em maior ocorrência de danos às membranas celulares, causando um incremento no

extravasamento de eletrólitos e exsudados (JELLER e PEREZ, 1999). Isto levaria à perda de compartimentalização celular e morte dos tecidos. Por outro lado, uma maior desnaturação das enzimas relacionadas à respiração celular pode ocorrer durante a escarificação em água quente e, em última análise, isto também poderia resultar na morte dos tecidos, uma vez que a maioria dos processos metabólicos é mediada por enzimas (SHIMIZU et al., 2009).

A morte das sementes em função da escarificação em água quente foi previamente observada em cássia de sião (*Senna siamea* (Lam.) H. S. Irwin e Barneby) após imersão em água a 45°C, por 72 e 96 horas (DUTRA et al., 2007); em alfafa do nordeste (*Stylosanthes scabra* J. Vogel), todas as sementes foram consideradas mortas após a escarificação em água fervente por 1 minuto (ARAUJO et al., 2002); em paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby), houve germinação máxima de 20% após imersão em água fervente por 2 minutos (SHIMIZU et al., 2009); em ervilha leitosa (*Galactia regularis* (L.) Britton) e tremoço selvagem (*Lupinus perennis* L.) não houve germinação após imersão em água fervente por 1 minuto (BOLIN, 2009).

Entretanto, Tessari et al. (2009) estudando tratamentos térmicos para superação de dormência de mutamba (*Guanzuma ulmifolia* Lam), sugerem a temperatura de 90°C por 10 segundos como o melhor tratamento.

4.2.2 Ácido sulfúrico

a) Teste de germinação

A análise de variância dos dados relativos ao teste de germinação (Tabela 1A – Apêndice E) mostrou que não houve interação significativa entre concentração e tempo para nenhuma das características avaliadas. Para os efeitos principais, concentração e tempo, também não houve efeito significativo para as características avaliadas, exceto para a característica sementes duras. Pode ser observado ainda, que a testemunha diferiu dos tratamentos utilizados no esquema fatorial, com exceção da característica sementes mortas.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados das características avaliadas para as diferentes concentrações do ácido sulfúrico, bem como para a testemunha. Comparando com a testemunha, observa-se que a escarificação das sementes com ácido sulfúrico 75

e 98% foi eficiente para a melhoria da porcentagem de germinação das sementes, não havendo diferença entre ambas as concentrações. Apesar de a concentração de 98% ter sido ligeiramente superior na redução da característica sementes duras, verifica-se que a mesma causou aumento numérico na porcentagem de plântulas anormais. Conseqüentemente pode-se considerar que as duas concentrações apresentaram eficiência semelhante.

Tabela 1. Médias da porcentagem de germinação (G), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) das sementes de garapa intactas e escarificadas com ácido sulfúrico. Os dados foram transformados em $\arcsen\sqrt{X/100}$, entre parênteses encontram-se os dados originais.

Concentração	G	PA	SM	SD
75	1,0889 a* (78,10)	0,2052 a* (6,40)	0,3226 a (10,60)	0,1970 a* (4,90)
98	1,0718 a* (76,70)	0,3004 a* (10,50)	0,3334 a (10,90)	0,0886 b* (1,90)
Testemunha	0,5437 (27,00)	0,4555 (19,50)	0,3169 (10,00)	0,7198 (43,50)

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre os valores de concentração, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

*Médias diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

A porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas são utilizadas para auxiliar a avaliação dos possíveis danos que os tratamentos poderiam causar às sementes e à identificação de sensibilidades diferenciadas dos lotes aos tratamentos (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Nesse caso, a escarificação ácida não causou aumento de anormalidades e toxidez às plântulas.

Martins et al. (2008), estudando dormência de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), não conseguiram diferenciar os efeitos da escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 40, 60 e 80 minutos na germinação.

Nas Figuras 4, 5, 6 e 7 observam-se a média da germinação, das plântulas anormais, das sementes mortas e das sementes duras, respectivamente, em função do tempo de exposição ao ácido sulfúrico. Todos os tratamentos foram superiores à testemunha para a germinação das sementes (Figura 4) e o efeito dos tempos de exposição ao ácido foi semelhante para todos os tempos em todas as características avaliadas.

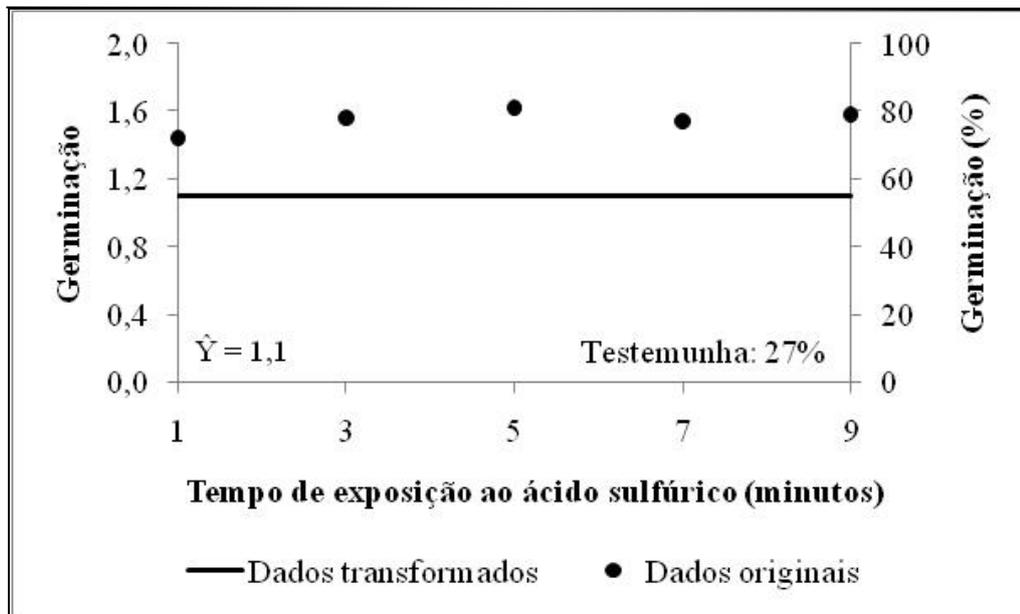


FIGURA 4. Médias de germinação de sementes de garapa após exposição ao ácido sulfúrico para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

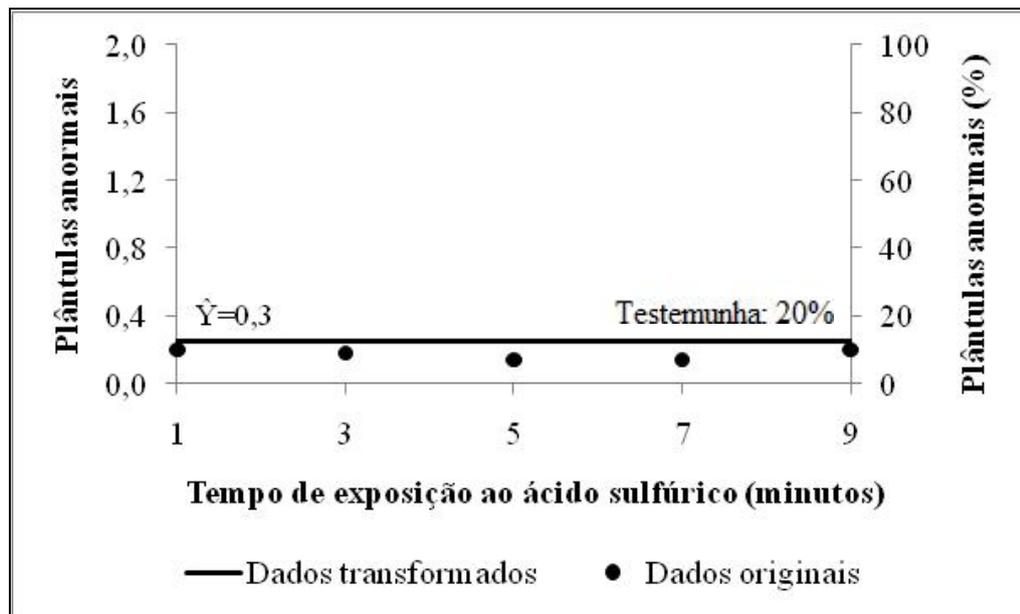


FIGURA 5. Médias de plântulas anormais de sementes de garapa após exposição ao ácido sulfúrico para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

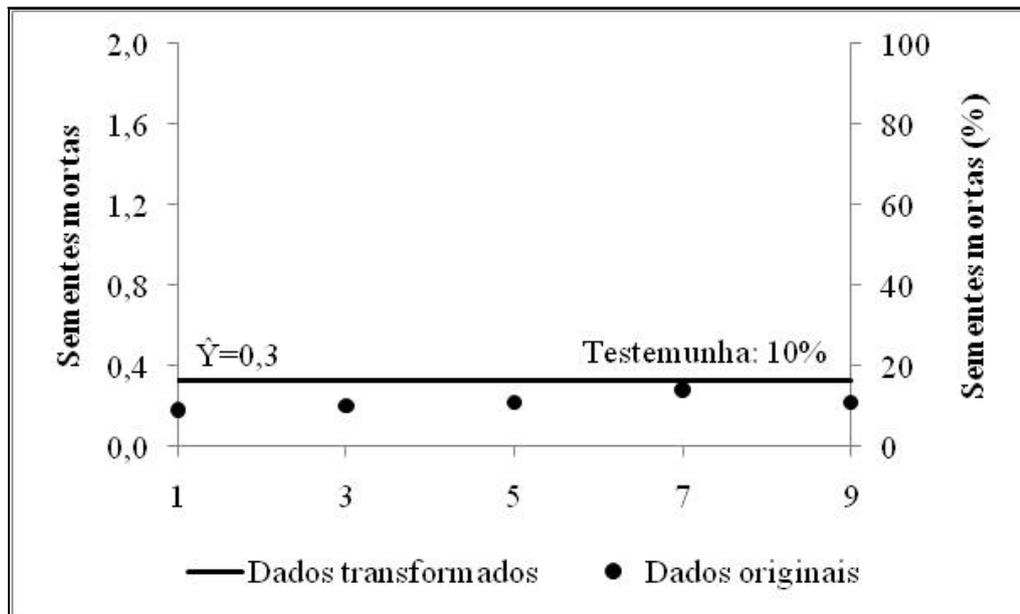


FIGURA 6. Médias de sementes mortas de garapa após exposição ao ácido sulfúrico para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

Pelo comportamento da característica sementes duras nenhum modelo ajustou-se adequadamente aos dados, apresentando média de 4% (Figura 7).

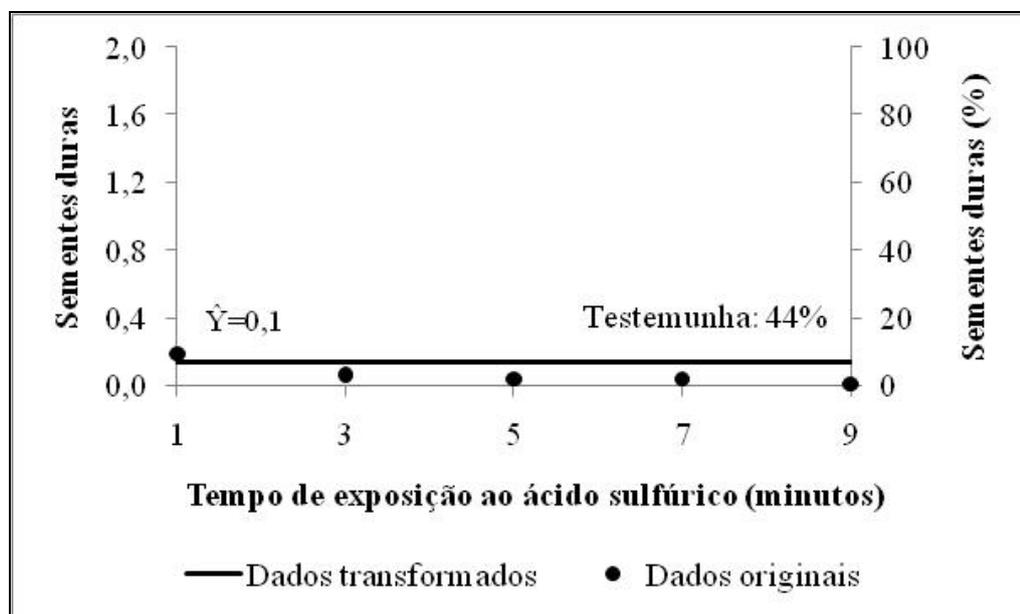


FIGURA 7. Médias de sementes duras de garapa após exposição ao ácido sulfúrico para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

O máximo de germinação a ser obtido, após a utilização de um método eficiente para escarificação das sementes seria de, aproximadamente, 71%, ou seja, a soma das plântulas normais com sementes duras da testemunha.

Analisando os resultados do teste de germinação e considerando o aspecto econômico e a rapidez do teste, verifica-se que o tempo de exposição de 1 minuto ao ácido sulfúrico 75% para superação da dormência de sementes de garapa, foi o tratamento mais eficiente.

b) Testes de vigor

A análise de variância dos dados relativos ao teste de vigor (Tabela 2A – Apêndice E) mostrou que não houve interação significativa entre os fatores concentração e tempo. Para os fatores principais foram observadas diferenças significativas para as características primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação. Não houve diferença estatística para a característica comprimento das plântulas.

Na Tabela 2, o teste F discriminou a concentração de 98% como a mais eficiente para as características primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação. Pelo teste de Dunnett, para todos os testes de vigor, os tratamentos de escarificação foram superiores à testemunha.

Tabela 2. Médias da primeira contagem da germinação (PCG), do índice de velocidade de germinação (IVG) e do comprimento das plântulas (CP) das sementes de garapa intactas e escarificadas com ácido sulfúrico. Os dados da PCG foram transformados em $\arcsen\sqrt{X/100}$, entre parênteses encontram-se os dados originais.

Concentração	PCG (%)	IVG	CP (mm/plântula)
75	1,0524 b* (74,90)	9,1217 b*	92,8767 a*
98	1,1104 a* (79,90)	9,7619 a*	91,3165 a*
Testemunha	0,3266 (10,50)	2,7427	68,5000

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre os valores de concentração, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

*Médias diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Scalon et al. (2006), avaliando o desenvolvimento de orelha de macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) sob diferentes tratamentos pré-germinativos em casa de vegetação, observaram que a escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos foi mais eficiente, considerando a relação custo/benefício. Por outro lado, Figliola et al. (2007) mencionaram que, para a mesma espécie, a imersão

das sementes em ácido sulfúrico a 75%, durante 90 minutos, proporcionou melhores resultados para superação da dormência.

Carvalho (1994) estudando a superação da dormência em sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.), indicam a imersão das sementes em ácido sulfúrico a 75%, durante 15 minutos, como o melhor tratamento para superação da dormência. Entretanto, Loureiro (2005), estudando a mesma espécie, observou que a escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos foi mais eficiente.

A concentração de 98% favoreceu a germinação mais rápida das sementes. Entretanto, este efeito não foi manifestado no crescimento das plântulas aos 10 dias após o tratamento, conforme se verificou nos resultados do teste de comprimento das plântulas.

Para Alves et al. (2007), o comprimento das plântulas não foi um teste eficiente na superação da dormência das sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul) submetidas à escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 8 e 10 minutos. Também Guedes et al. (2009), estudando dormência de sementes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), não observaram diferença para comprimento das plântulas após escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 3, 5 e 10 minutos.

No estudo da regressão para o tempo de exposição ao ácido sulfúrico (Tabela 3A – Apêndice E), apenas as características primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação foram significativas pelo teste F. O modelo Linear “Plateau” foi o que melhor descreveu o comportamento dessas características durante este processo.

A primeira contagem de germinação (Figura 8), a qual avalia o vigor de sementes com base nos primeiros eventos do processo de deterioração (Delouche e Baskin, 1973), teve comportamento semelhante ao índice de velocidade de germinação (Figura 9). Observa-se que os melhores resultados foram obtidos a partir do tempo de 3 minutos, os quais não diferiram entre si.

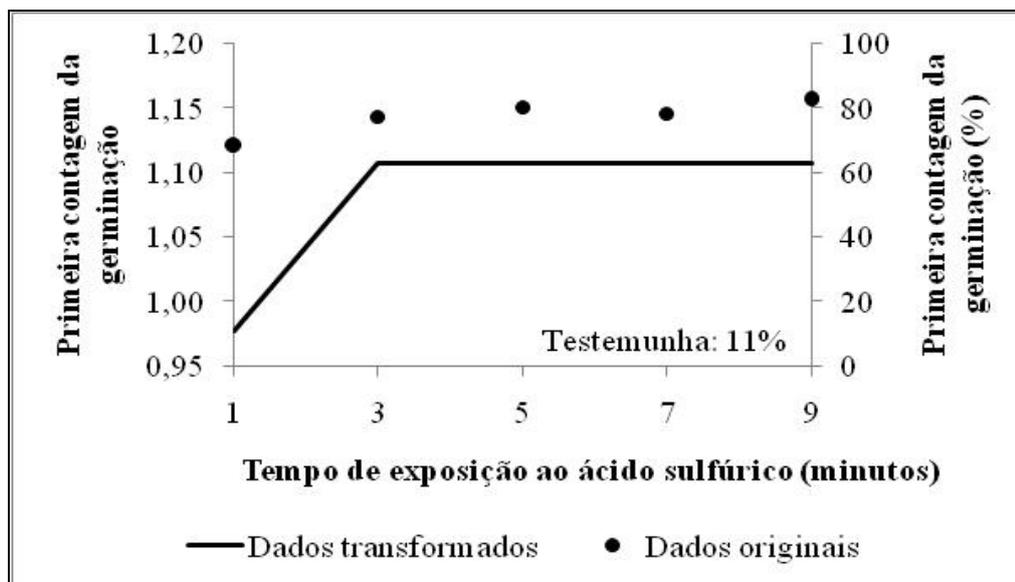


FIGURA 8. Médias da primeira contagem da germinação de sementes de garapa após exposição ao ácido sulfúrico para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

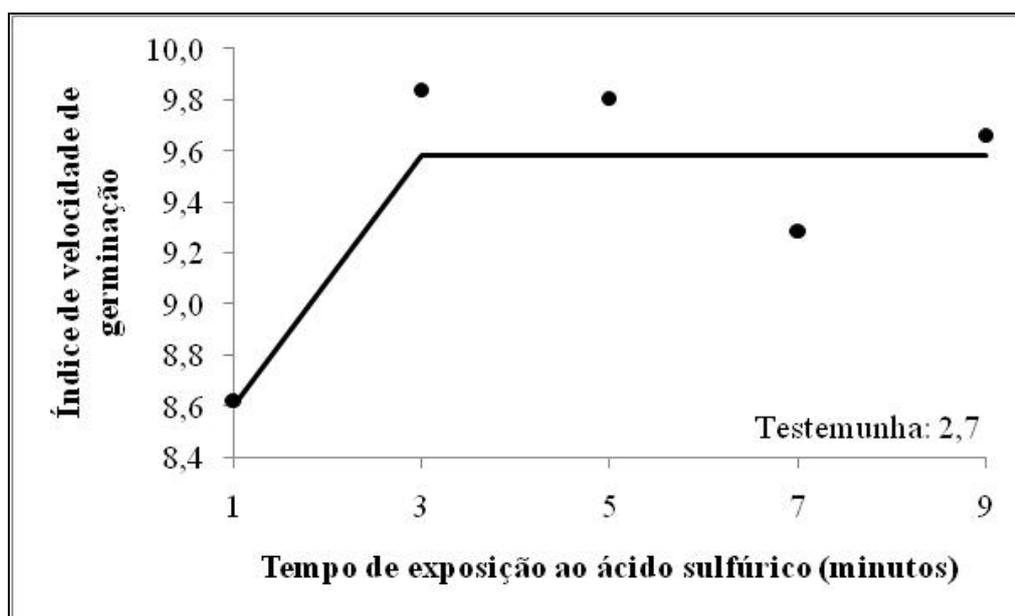


FIGURA 9. Médias do índice de velocidade de germinação de sementes de garapa após exposição ao ácido sulfúrico. UFV, Viçosa, MG, 2010.

Na Figura 10, observa-se o efeito do tempo de exposição no comprimento das plântulas. Verifica-se que todos os tratamentos apresentaram resultados semelhantes e foram superiores à testemunha. Estes resultados indicam que o efeito favorável dos tempos iguais ou superiores a 3 minutos na velocidade de germinação (Figuras 8 e 9) não se manifestou no comprimento das plântulas aos 10 dias após a montagem do teste, ou seja, houve uma recuperação no crescimento das plântulas.

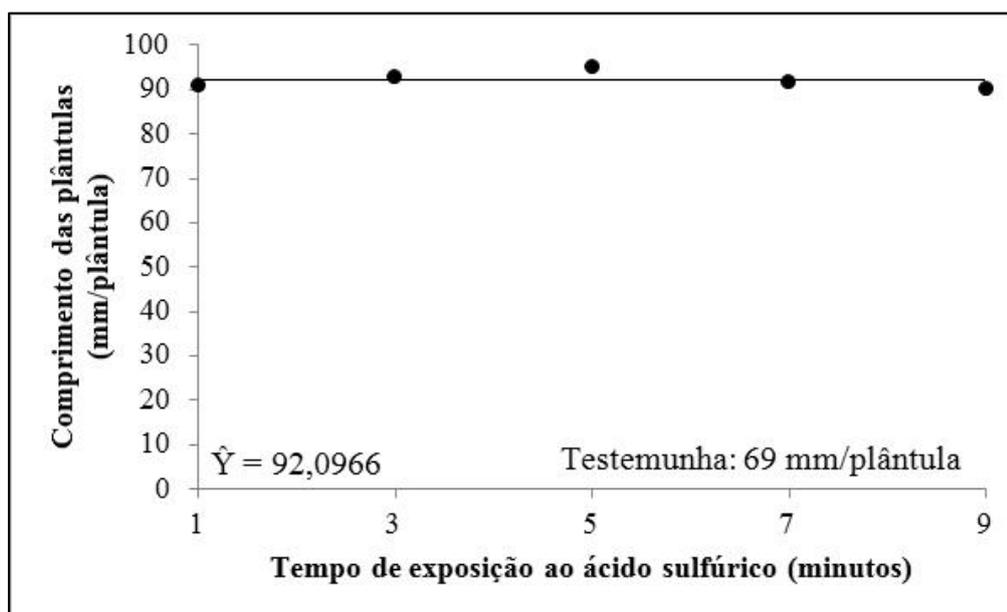


FIGURA 10. Médias do comprimento das plântulas após exposição ao ácido sulfúrico para superação de dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

Analisando os resultados do teste de germinação e de vigor, considerando também o aspecto econômico e a rapidez do teste, pode-se considerar como o tratamento mais eficiente para superação da dormência a exposição das sementes ao ácido sulfúrico 75% por 1 minuto.

Os resultados dos testes de vigor (índice de velocidade de germinação e primeira contagem de germinação) corroboram com Loureiro (2005) que estudaram a dormência em sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.) e também não encontraram diferença para a escarificação com ácido sulfúrico concentrado nos tempos de 5 e 10 minutos.

As Figuras 11, 12, 13 e 14 mostram o desgaste no tegumento provocado pelo ácido sulfúrico, que causou a remoção da cutícula e a exposição das camadas das macroesclereídes, facilitando assim a embebição. O mesmo ocorreu para *Senna macranthera* (Colladon) Irwin e Barneby após escarificação ácida para superação de dormência, conforme relatado por Santarém e Aquila (1995).

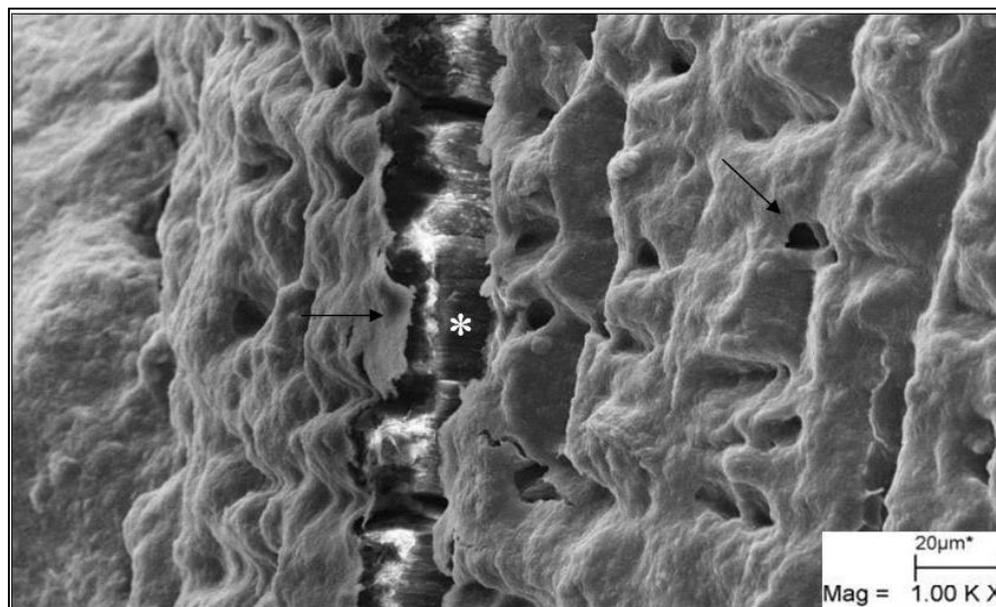


FIGURA 11. Eletromicrografia de varredura da testa de sementes de garapa apresentando rachadura e corrosão na testa (→) atingindo a camada de macrosclereídes em paliçada (*), ocasionadas pelo ácido sulfúrico 75% por 3 minutos. UFV, Viçosa, MG, 2009.

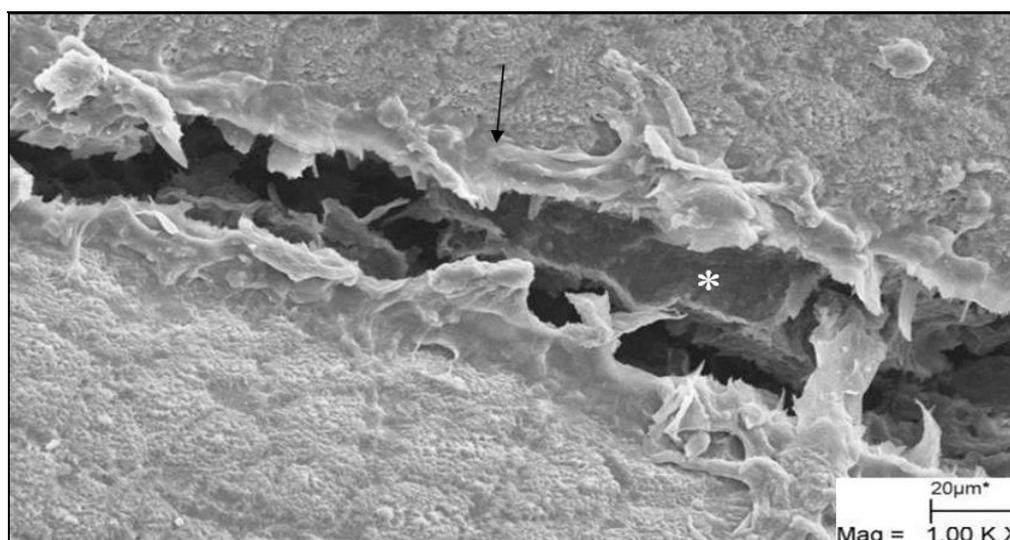


FIGURA 12. Eletromicrografia de varredura da testa de sementes de garapa apresentando rachadura na testa (→), atingindo a camada de macrosclereídes em paliçada (*), ocasionada pelo ácido sulfúrico 75% por 9 minutos. UFV, Viçosa, MG, 2009.

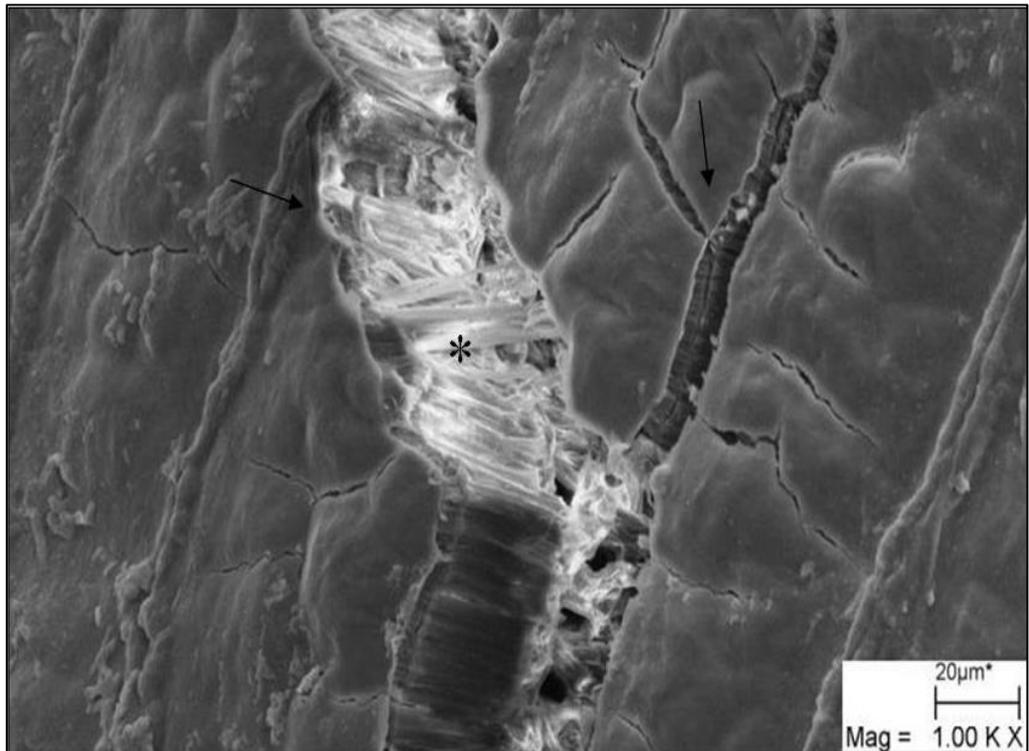


FIGURA 13. Eletromicrografia de varredura da testa de sementes de garapa apresentando rachadura na testa (→), atingindo a camada de macroesclereídes em paliçada (*), ocasionada pelo ácido sulfúrico 98% por 3 minutos. UFV, Viçosa, MG, 2009.

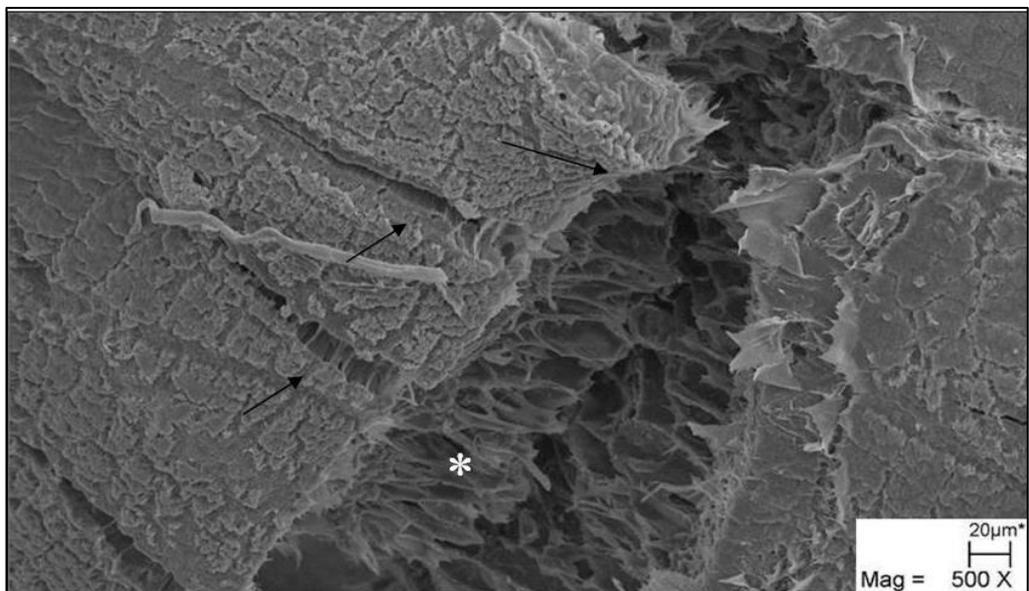


FIGURA 14. Eletromicrografia de varredura da testa de sementes de garapa apresentando rachadura na testa (→), atingindo a camada de macroesclereídes em paliçada (*), ocasionada pelo ácido sulfúrico 98% por 9 minutos. UFV, Viçosa, MG, 2009.

4.2.3 Calor seco e calor úmido

a) Teste de germinação

No resultado da análise de variância para o teste de germinação (Tabela 4A – Apêndice E) pode-se verificar que houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as características avaliadas.

Na Tabela 3, observa-se que os maiores valores para a porcentagem de germinação ocorreram quando as sementes foram submetidas ao calor seco, independente do tempo e que não diferiu significativamente do calor úmido 24 horas. Para a característica sementes duras, o calor seco 72 horas foi o tratamento menos eficiente, talvez porque a temperatura associada ao tempo não foi eficiente em romper o tegumento das sementes e promover a entrada de água. Logo, a exposição ao calor seco e ao calor úmido, visando uma retração no tegumento pela alta temperatura não foi eficiente em promover a superação total da dormência de sementes de garapa, pois se verificam, para todos os tratamentos, uma elevada porcentagem de sementes duras.

Os dados corroboram com Vieira e Barros (2008) que também não tiveram sucesso na superação de dormência de timbúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) após exposição das sementes ao calor seco (65°C por 24 horas).

O calor seco (60 a 110°C por 10 minutos) também não é indicado para superação de dormência de *Rhus copallinum* L. (BOLIN, 2009). O aquecimento em estufa a 80°C por 48 horas, seguido de imersão em água corrente por 6 horas à temperatura ambiente, também não foi indicada para superação de dormência de teca (*Tectona grandis* L. f.) (VIEIRA et al., 2008).

O calor seco e o calor úmido superaram apenas parcialmente a dormência quando comparados com o ácido sulfúrico (Tabela 2), portanto não foram métodos pré-germinativos eficientes para as sementes de garapa.

TABELA 3. Médias da porcentagem de germinação (G), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) provenientes de sementes de garapa após exposição ao calor seco e ao calor úmido para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

Tratamentos	Tempo (horas)	G	PA	SM	SD
Calor seco (40°C)	72,0	0,7252 (44,0) a*	0,2989 (9,0) a	0,4266 (18,00) b	0,5711 (30,0) a
	96,0	0,7552 (47,0) a*	0,3532 (12,0) a	0,4535 (20,00) b	0,4767 (22,0) ab
Calor úmido (60°C)	24,0	0,6254 (35,0) a*	0,3628 (14,0) a	0,6918 (41,00) a*	0,3253 (11,0) b*
	48,0	0,4751 (21,0) b	0,2213 (6,0) a	0,8987 (61,00) a*	0,3459 (13,0) b*
Testemunha		0,5437 (27,0)	0,4555 (20,0)	0,3169 (10,00)	0,7198 (44,0)
CV (%)		10,07	33,38	18,05	23,69

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Médias que diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

b) Testes de vigor

No resultado da análise de variância para os testes de vigor (Tabela 5A – Apêndice E) pode-se verificar que houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as características avaliadas.

Na Tabela 4, observa-se que os melhores resultados nas características primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação ocorreram para o tratamento calor seco, independente do tempo. Para a característica comprimento das plântulas não houve diferença significativa entre os tratamentos. O calor úmido não diferiu da testemunha para todas as características avaliadas. O calor seco e o calor úmido superaram apenas parcialmente a dormência quando comparados com o ácido sulfúrico (Tabela 2), portanto não foram métodos pré-germinativos eficientes para as sementes de garapa.

Os pré-tratamentos com calor (úmido e seco), sob diferentes temperaturas (40, 50, 60 e 70°C), e por vários períodos de condicionamento (6, 16, 24, 30 e 48 horas) não superaram a dormência de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor*) (PEREIRA e FERREIRA, 2010). Eles também observaram que quanto maior a exposição ao calor úmido, maior a deterioração das sementes.

Também Dutra et al. (2007), estudando a germinação das sementes de cássia de sião (*Senna siamea*), verificaram que a exposição ao calor úmido em duas temperaturas (42 e 45°C) durante dois tempos (72 e 96 horas) não foi eficiente para superação da dormência.

TABELA 4. Médias da primeira contagem da germinação (PCG), do índice de velocidade de germinação (IVG) e do comprimento das plântulas (CP) provenientes de sementes de garapa após exposição ao calor seco e ao calor úmido para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

Tratamentos	Tempo (horas)	PCG (%)	IVG	CP (mm/plântula)
Calor seco (40°C)	72,0	0,6277 (35,0) a*	5,1383 a*	90,025 a*
	96,0	0,7145 (43,0) a*	6,0892 a	81,625 a*
Calor úmido (60°C)	24,0	0,4344 (19,0) b	3,3441 b	78,075 a
	48,0	0,3901 (15,0) b	2,0940 c	78,175 a
Testemunha		0,3266 (11,0)	2,7427	68,500
CV (%)		14,17	14,04	8,90

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Médias que diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

4.2.4 Hipoclorito de sódio

a) Teste de germinação

Para a característica germinação, nenhum modelo de equação de regressão foi ajustado.

Nas Figuras 15, 16, 17 e 18, observam-se as médias da germinação, plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras após a exposição à solução de NaClO 10%, respectivamente. A exposição das sementes de garapa ao hipoclorito de sódio superou parcialmente a dormência, uma vez que sua germinação (40%) foi um pouco maior que a testemunha (27%).

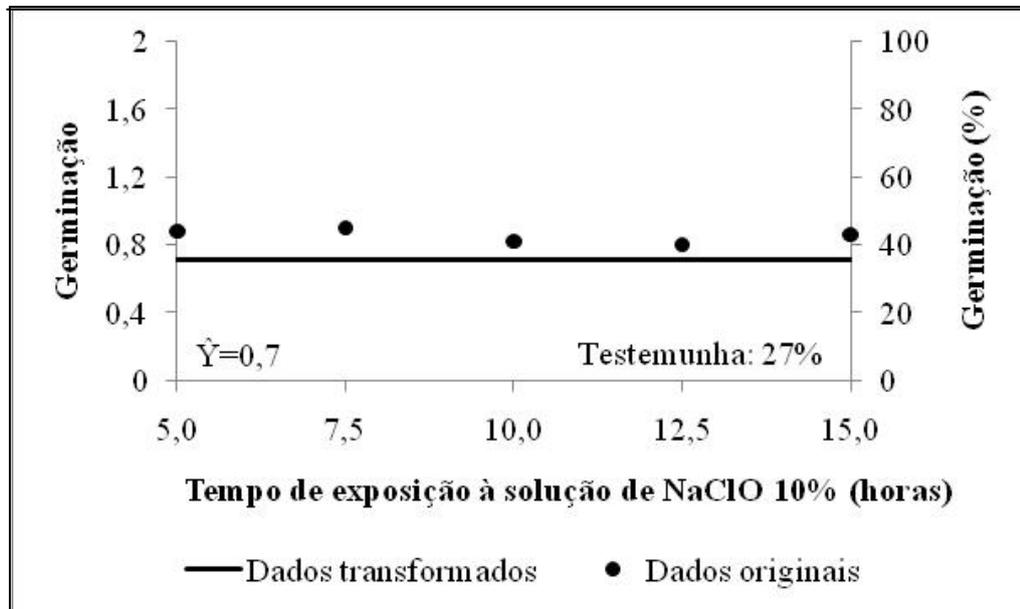


FIGURA 15. Médias da germinação de sementes de garapa após exposição à solução de NaClO 10% para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

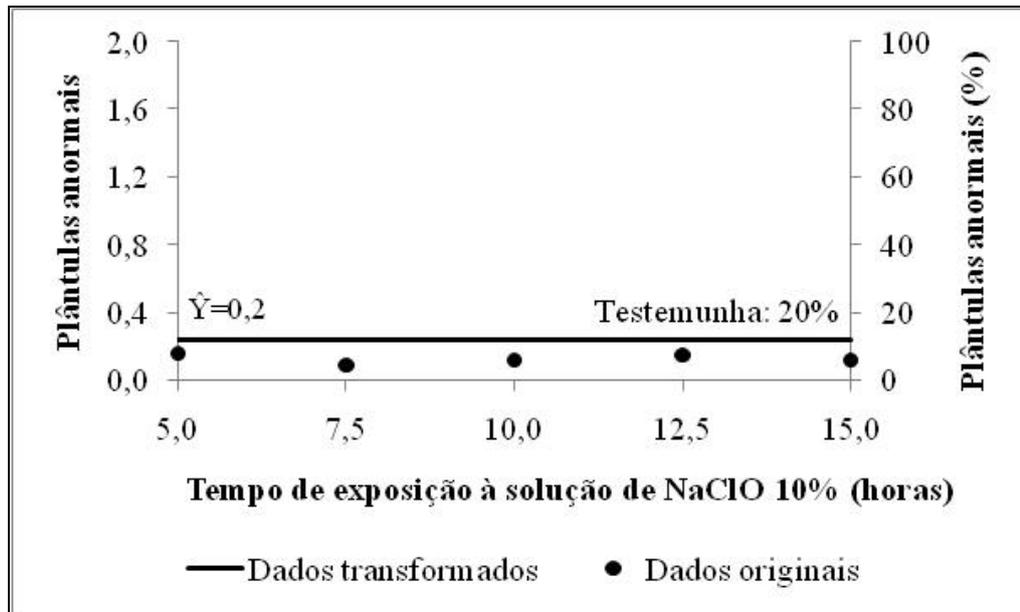


FIGURA 16. Médias das plântulas anormais de sementes de garapa após exposição à solução de NaClO 10% para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

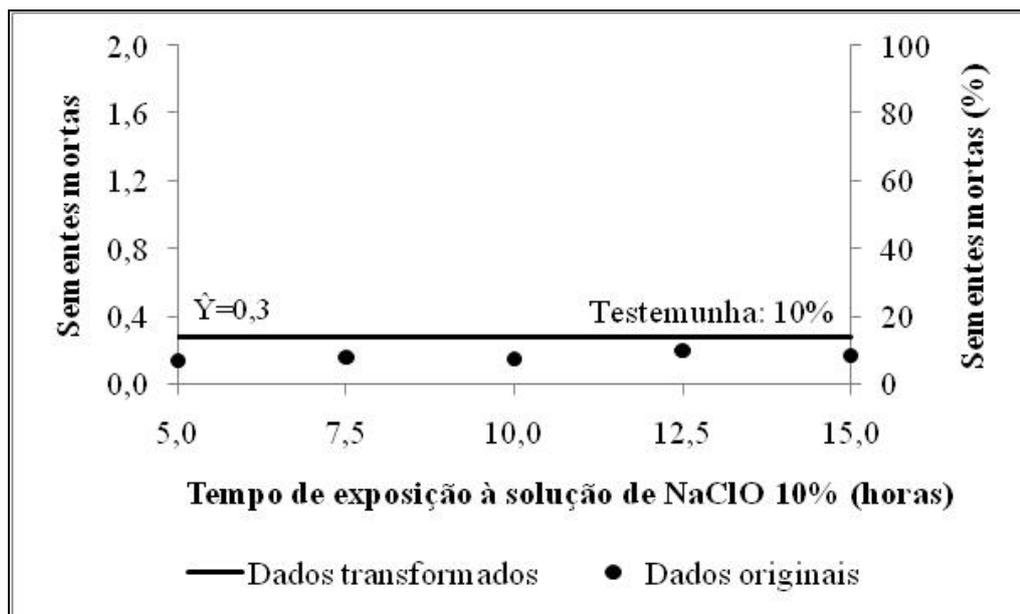


FIGURA 17. Médias das sementes mortas após exposição à solução de NaClO 10% para superação de dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

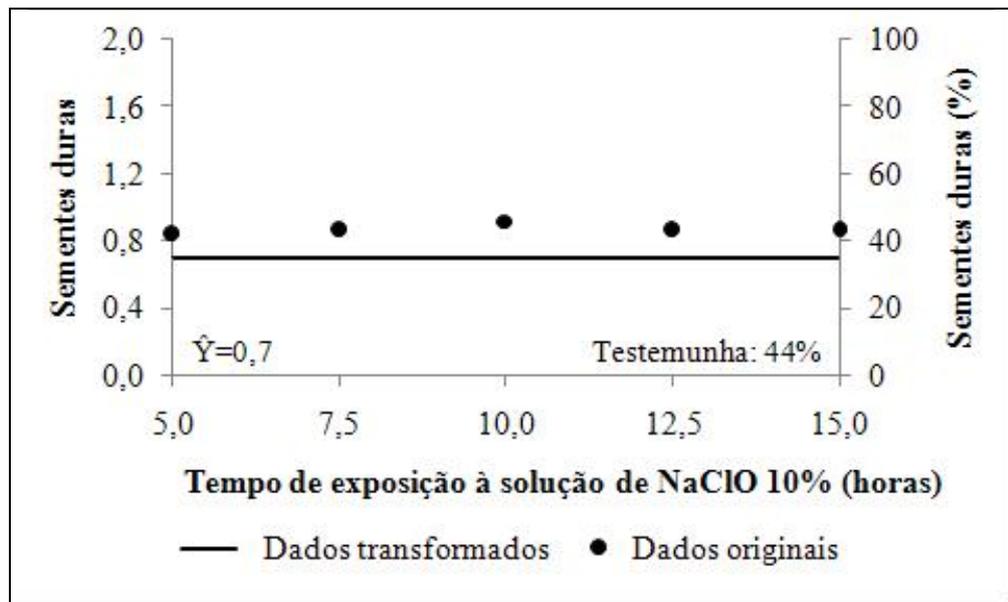


FIGURA 18. Médias das sementes duras após exposição à solução de NaClO 10% para superação de dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

DiTommaso e Nurse (2004), estudaram a superação da dormência de benção de Deus (*Abutilon theophrasti*) após exposição ao NaClO (0,0; 0,6 e 6,0%) por quatro tempos (0,0; 5,0; 30,0; 60,0 segundos). Eles observaram que não houve efeito perceptível na germinação das sementes.

b) Testes de vigor

No resultado da análise de variância para os testes de vigor (Tabela 7A – Apêndice E) pode-se verificar que houve diferença significativa entre os tratamentos para as características primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação.

Pelo comportamento dos dados das características, primeira contagem da germinação (Figura 19) e índice de velocidade de germinação (Figura 20), nenhum modelo ajustou-se adequadamente aos dados, apresentando médias de 41% e 5,25, respectivamente.

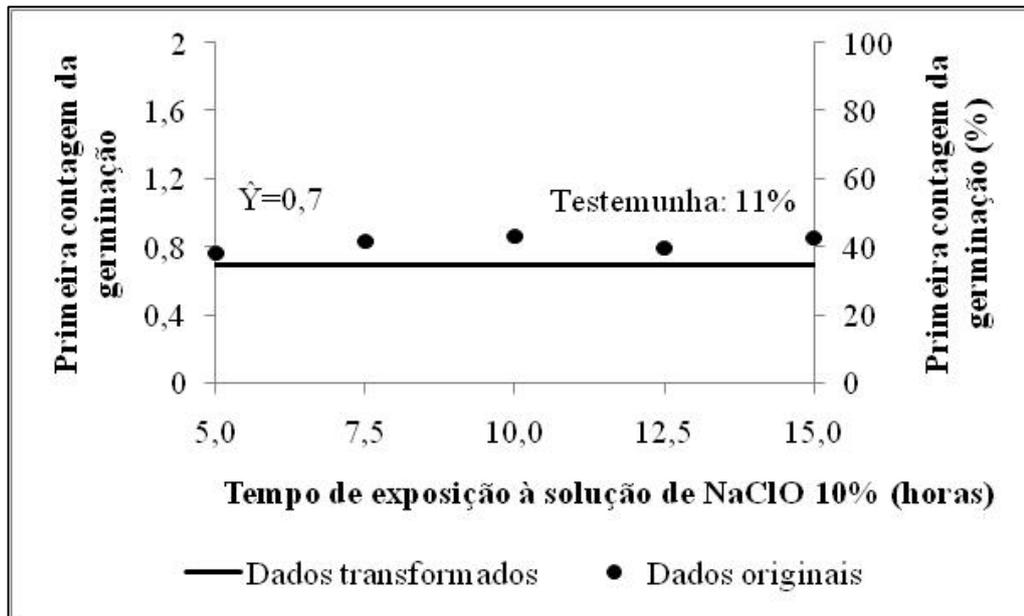


FIGURA 19. Médias da primeira contagem da germinação de sementes de garapa após exposição à solução de NaClO 10% para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

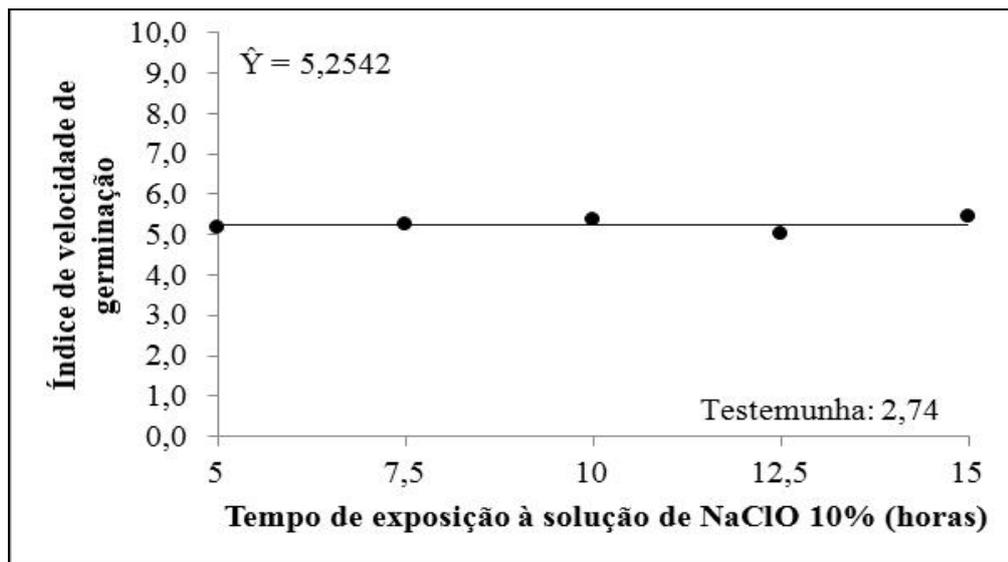


FIGURA 20. Médias do índice de velocidade de germinação de sementes de garapa após exposição à solução de NaClO 10% para superação de dormência. UFV, Viçosa, MG, 2010.

Na Figuras 21, observa-se a média do comprimento das plântulas após exposição à solução de NaClO 10%. Pode-se observar que não houve efeito da exposição das sementes de garapa à solução de hipoclorito de sódio 10% no comprimento das plântulas.

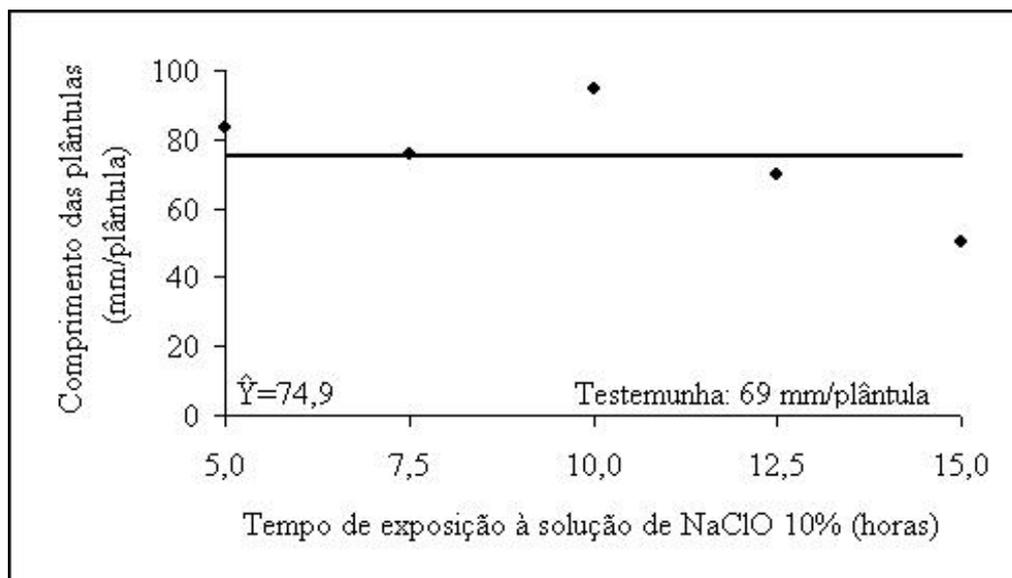


FIGURA 21. Médias do comprimento das plântulas após exposição à solução de NaClO 10% para superação de dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

DiTommaso e Nurse (2004), estudaram a superação da dormência de benção de Deus (*Abutilon theophrasti*) após exposição ao NaClO (0,0; 0,6 e 6,0%) por quatro tempos (0,0; 5,0; 30,0; 60,0 segundos). Eles observaram que a elongação da radícula das plântulas da testemunha foi maior que a das plântulas expostas aos tratamentos com hipoclorito de sódio e que o coeficiente de velocidade de germinação não foi significativamente afetado pelo tempo de exposição.

5. CONCLUSÕES

O processo de embebição de sementes escarificadas de garapa foi caracterizado por uma curva trifásica, requerendo em torno de 72 horas para o início da protrusão radicular.

A imersão em água aquecida a 80°C por 30 segundos provocou a morte das sementes de garapa.

A escarificação com ácido sulfúrico, independente da concentração e do tempo de exposição, foi eficiente para a superação da dormência de sementes de garapa.

Os tratamentos com calor seco, calor úmido e hipoclorito de sódio superaram parcialmente a impermeabilidade do tegumento de sementes de garapa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVES, E. U., CARDOSO, E. A.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; GALINDO, E. A.; BRAGA, J. M. Superação da dormência de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 405-415, 2007.

ALVES, M. da C. S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M.; TEÓFILO, E. M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L.- Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 139-144, 2000.

ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; SILVA, R. F.; GALVÃO, J. C. C. Superação da dureza de sementes e frutos de *Stylosanthes scabra* J. Vogel e seu efeito na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 77-81, 2002.

AULER, N. M. **Estudo citogenético e anatomia da madeira de *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr.** 1997. 29 f. Monografia (Especialização em Biologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul:** guia de identificação e interesse ecológico. Santa Cruz do Sul: Clube da Árvore, 2002. 326 p.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes:** morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. 1. ed. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Evolutionary considerations of claims for physical dormancy-break by microbial action and abrasion by soil particles. **Seed Science Research**, v. 10, n. 4, p. 409-413, 2000.

BELTRATI, C. M.; PAOLI, A. A. S. Semente. In: APPEZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S. M. (eds.). **Anatomia vegetal.** Viçosa: UFV, 2003. p. 160-175.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BIANCHETTI, A.; MARTINS, E. G.; FOWLER, J. A. P.; RAMOS, A.; ALVES, V. F. **Tratamentos pré-germinativos para sementes de grápia (*Apuleia leiocarpa*).** Colombo: Embrapa Florestas, 1995. 1 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 2).

BIONDO, E.; MIOTTO, S. T. S.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Citogenética de espécies arbóreas da subfamília Caesalpinoideae – leguminosae do Sul do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 241-248, 2005.

BOLIN, J. F. Heat shock germination responses of three Eastern North American temperate species. **Castanea**, v. 74, n. 2, p. 160–167, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, J. O. P. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest**. 1992. 215f. Thesis (Doctorate in Forestry Science), Oxford University, Oxford, UK.

CARVALHO, M. L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M.; HILHORST, H. W. M.; GUIMARÃES, R. M. Morphophysiological development of *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. seeds. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 6, p. 643-651, 2008.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA – CNPF; Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640p.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.

COOLBEAR, P. Mechanisms of seed deterioration. In: BASRA, A. S. **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1994. p. 223-277.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

DIGNART, S.; FERRONATO, A.; CAMARGO, I. P.; MENDONÇA, E. A. F. Superação de dormência física em sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 7, n. 2, p. 1-6, 2005.

DiTOMMASO, A.; NURSE, R. E. Impact of sodium hypochlorite concentration and exposure period on germination and radicle elongation of three annual weed species. **Seed Science and Technology**, v. 32, n. 2, p. 377-391, 2004.

DREW, R. L. K.; BROCKLEHURST, P. A. The effect of sodium hypochlorite on germination of lettuce seed at high temperature. **Journal of Experimental Botany**, v.35, n.156, p.975-985, 1984.

DUTRA A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; TEOFILO, E. M.; DINIZ, F. O. Germinação de sementes de *Senna siamea* (Lam.) H. S. Irwin E Barneby – Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n.1, p.160-164, 2007.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.- Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

ELIAS, M. C.; DIAS, A. R. G.; SCHIRMER, M. A.; GULARTE, M. A.; FAGUNDES, C. A. A.; AMATO, G. W. (Ed.) **Industrialização do arroz**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; Cachoeirinha: Instituto Rio-grandense do Arroz (IRGA), 2005. 30 p.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974. 293 p.

FIGLIOLA, M. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; NOGUEIRA, E. S. Controle de qualidade de sementes florestais: Proposta de parâmetros técnicos. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; LELES, P. S. S.; BREIER, T. B. (ORG.). **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**. Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. 1.ed. Seropédica: EDUR, 2007. Seropédica: UFRRJ, 2007. p.143-183.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS – **Lista das espécies ameaçadas de extinção de São Paulo**. Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo, SP, 13 set. 2004. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/listasmg/SP-especies-ameacadas.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2009.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período 2005-2008**. Relatório parcial. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_mata_atlantica-relatorio2005-2008.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2009.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; MOURA, M. F. Germinação e vigor de sementes de *Opuntia ficus-indica* Mill. após tratamentos para superar a dormência. **Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 20-26, 2009.

HSIAO, A. I. The effect of sodium hypochlorite and gibberellic acid on seed dormancy and germination of wild oats (*Avena fatua*). **Canadian Journal of Botany**, v. 57, n. 16, p. 1729-1734, 1979.

HSIAO, A. I.; HANS, J. A. Application of the sodium hypochlorite seed viability test to wild oat populations with different dormancy characteristics. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 61, n. 1, p. 115-122, 1981.

HSIAO, A. I.; QUICK, W. A. Actions of sodium hypochlorite and peroxide on seed dormancy and germination of wild oats, *Avena fatua* L. **Weed Research**, v. 24, n. 6, p. 411-419, 1984.

HSIAO, A. I.; WORSHAM, A. D.; MORELAND, D. E. Effects of sodium hypochlorite and certain plant growth regulators on germination of witchweed (*Striga asiatica*) seeds. **Weed Science**, v. 29, n. 1, p. 98-100, 1981.

IPEF – INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Tecnologia de sementes florestais**. Piracicaba, 1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/>>. Acesso em: 9 mar. 2009.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 32-40, 1999.

LABORIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Série de Biologia. Secretaria Geral dos Estados Americanos. Washington, 1983. 175 p.

LELES, P. S. dos S.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *Leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 80-86, 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 368 p.

LOUREIRO, M. B. **Conservação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. – Garapa (Leguminosae - Caesalpinioideae)**. 2005. 150f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

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

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: UFSM, 1997. 199p.

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

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae)). **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 633-639, 2008.

MARTINS-ORDER, M. P.; BORGES, R. Z.; BASTOS JÚNIOR, N. Fotoperiodismo e quebra de dormência em sementes de Acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, v. 9, n.1, p. 71-77, 1999.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Termoterapia em sementes de guapuruvu (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 330-332, 2007.

MATTOS, R. B. **Características qualitativas e possibilidade de ganho de fuste em espécies euxilóforas nativas da região central do Rio Grande do Sul**. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER. A. **The germination of seeds**. 3.ed. London: Pergaman-Press, 1982. 211p.

McCOLLUM, J. P.; LINN, M. B. Bleaching and disinfecting discolored pepper seed with sodium hypochlorite. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 66, n. 3, p. 345- 349, 1955.

MEIRA-NETO, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F.; PAULA, A. Estrutura de uma floresta estacional semidecidual sub-Montana em área diretamente afetada pela usina hidrelétrica de Pilar, Ponte Nova, zona da mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 21, n. 3, p. 337-344, 1997.

MEIRA-NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Estrutura da Mata da Silvicultura, uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 151-160, 2000.

MEIRELES, R. C.; ARAUJO, E. F.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SAKIYAMA, N. S.; REIS, L. S. Secafé: metodologia para acelerar a germinação das sementes de café. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 90-96, 2007.

MELO-PINNA, G. F. de A.; NEIVA, M. S. M.; BARBOSA, D. C. de A. Estrutura do tegumento seminal de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioideae), ocorrentes numa área de caatinga (PE Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 375-379, 1999.

MONTARDO, D. P.; CRUZ, F. P.; CAETANO, J. H.; BOLDRINI, I. I.; DALL'AGNOL, M. Efeito de dois tratamentos na superação de dormência de sementes de cinco espécies de *Adesmia* DC. **Revista Científica Rural**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2000.

MUÑOZ, V.; SAUVAIN, M.; BOURDY, G.; CALLAPA, J.; BERGERON, S.; ROJAS, I.; BRAVO, J. A.; BALDERRAMA, L.; ORTIZ, B.; GIMENEZ, A.; DEHARO, E. A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach. Part I. Evaluation of the anti malarial activity of plants used by the Chacobo Indians. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 69, n. 2, p. 127-37, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP. 1994. p. 49-85.

NASCIMENTO, M. do P. S. C. B.; OLIVEIRA, M. E. A. Quebra de dormência de quatro leguminosas arbóreas. **Acta Botânica Brasilica**, v. 13, n. 2, p. 129-137, 1999.

NICOLOSO, F. N.; FOGAÇA, M. A. F.; ZANCHETTI, F. Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em argissolo vermelho distrófico. 1 - Efeito da adubação NPK. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1-8, 2001.

NICOLOSO, F. T.; GARLET, A.; ZANCHETTI, F.; SEBEM, E. Efeito de métodos de escarificação na superação de dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento de grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, v. 27, n. 3, p. 419-424, 1997.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 597-603, 2003.

- PEREIRA, S. A.; FERREIRA, S. A. N. Superação da dormência em sementes de visgueiro-do-igapó (*Parkia discolor*). **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 151-156, 2010.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Limites de temperatura e estresse térmico na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 134-142, 1998.
- PINTO, L. V. A.; SILVA, E. A. A. da; DAVIDE, A. C.; JESUS, V. A. M. de; TOOROP, P. E.; HILHORST, H. W. M. Mechanism and control of *Solanum lycocarpum* seed germination. **Annals of Botany**, v. 100, n. 6, p. 1175–1187, 2007.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeiras do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, n. 34/35, p. 1-525, 1983.
- RIBAS, L. L. F.; FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Superação da dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Maricá). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 1, p. 98-101, 1996.
- RUPPELT, B. M.; PEREIRA, E. F.; GONÇALVES, L. C.; PEREIRA, N. A pharmacological screening of plants recommended by folk medicine as anti-snake venom - I. Analgesic and anti-inflammatory activities. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 86, p. 203-205, 1991. Suplemento 2.
- RUSCHEL, A. R.; NODARI, E. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai, SC. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 153-166, 2003.
- SAMPAIO, L. S. V.; PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P.; COSTA, J. A.; GARRIDO, M. S.; MENDES, L. N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H. B. K. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 184-190, 2001.
- SANTARÉM, E. R.; AQUILA, M. E. A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 2, p. 205-209, 1995.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; WATHIER, F.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 27, n. 2, p. 107-112, 2005.
- SEIFFERT, M. **Alguns aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes e anatomia foliar de *Protium widgrenii* Engler**. 2003. 81 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SHIMIZU, E. S. C.; COSTA, M. A.; FONSECA, F. T.; LOPES, A. S.; CARVALHO, K. S.; PINHEIRO, H. A.; SANTOS FILHO, B. G. dos. Quebra de dormência tegumentar em sementes de paricá após escarificação em água quente e lixa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12.; 2009, Fortaleza. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2009. p. 89-89.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; FONTES, N. R. L.; DE PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua sub-Montana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

SILVA, M. S.; FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L.; ALFENAS, A. C. Eletroforese de proteínas e isoenzimas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (garapa) submetidas ao tratamento térmico para superação de dormência. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 5.; 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: UNB, 2008. p. 82-86.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth – Fabaceae-Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p.72-75, 2003.

SOFIATTI, V.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; REIS, M. S.; SILVA, L. V. B. D.; CARGNIN, A. Uso do hipoclorito de sódio para degradação do endocarpo de sementes de cafeeiro com diferentes graus de umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 150-160, 2008.

SOUZA, F. H. D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 4. p. 1-16, 2001.

SOUZA, L. A. G.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. F. P. Tratamentos pré-germinativos em sementes florestais da Amazônia: VI – Muirajuba *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride var. *molaris* Spr. Ex Benth. (Leguminosae). **Acta Amazônica**, v. 24, n. 1/2, p. 81-90, 1994.

SOUZA, P. B. **Diversidade florística e atributos pedológicos ao longo de uma encosta com floresta estacional semidecidual sub-Montana, zona de amortecimento do Parque Estadual do Rio Doce, MG.** 2008. 138 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TELES, M. M.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA, J. C. G.; BEZERRA, A. M. E. Métodos para a quebra da dormência em sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 387-391, 2000.

TESSARI, S. N. C.; PASQUALETO, A.; MALHEIROS, R. **Análise da germinação da espécie *Guazuma ulmifolia* Lam usando diferentes tratamentos térmicos.** 2009. Monografia (Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

TURNER, S. R.; COOK, A.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; TUCKETT, R. E.; STEADMAN, K. J.; DIXON, K. W. Identification and characterization of the water gap in the physically dormant seeds of *Dodonaea petiolaris*: a first report for Sapindaceae. **Annals of Botany**, v. 104, n. 5, p. 833-844, 2009.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree (*Heliocarpus donnel-smithii*) in response to diurnal fluctuation of temperature. **Physiologia Plantarum**, v. 56, n. 3, p.295-298, 1982.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. B.; REBELO, A. M. Avaliação de métodos para a superação de dormência de diásporos de teca (*Tectona grandis* L. f.). **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 273-278, 2008.

VIEIRA, E. A.; BARROS, A. L. Superação de dormência e profundidade de semeadura em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, leguminosae. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 9; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 2.; 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: CNPC, 2008. 1 CD-ROM.

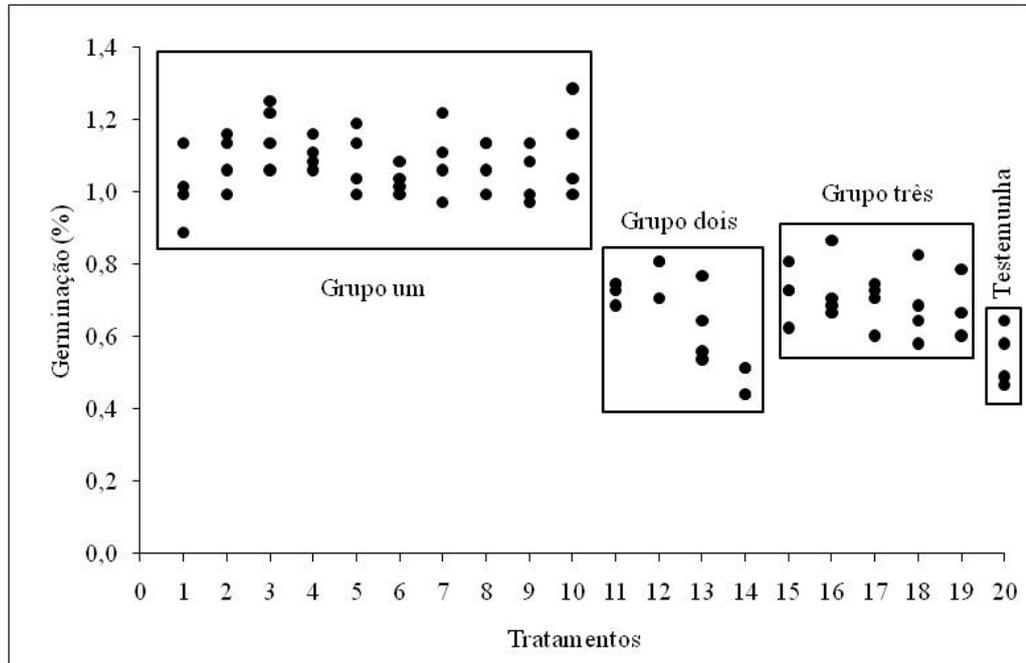
VIVIAN, J. A. C.; FARIAS, J. A.; HOPPE, J. M. Efeito de diferentes métodos de quebra de dormência para a produção de mudas de pata de vaca (*Bauhinia fortificata*). **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, v. 17, n. 2, p. 97-105, 2005.

YAP, S. K.; WONG, S. M. Seed biology of *Acacia mangium*, *Albizia falcataria*, *Eucalyptus* sp., *Gmelina arborea*, *Malsopsis eminiis*, *Pinus caribaea* and *Tectonia grandis*. **The Malaysian Forester**, v. 6, n. 1, p. 16-45, 1983.

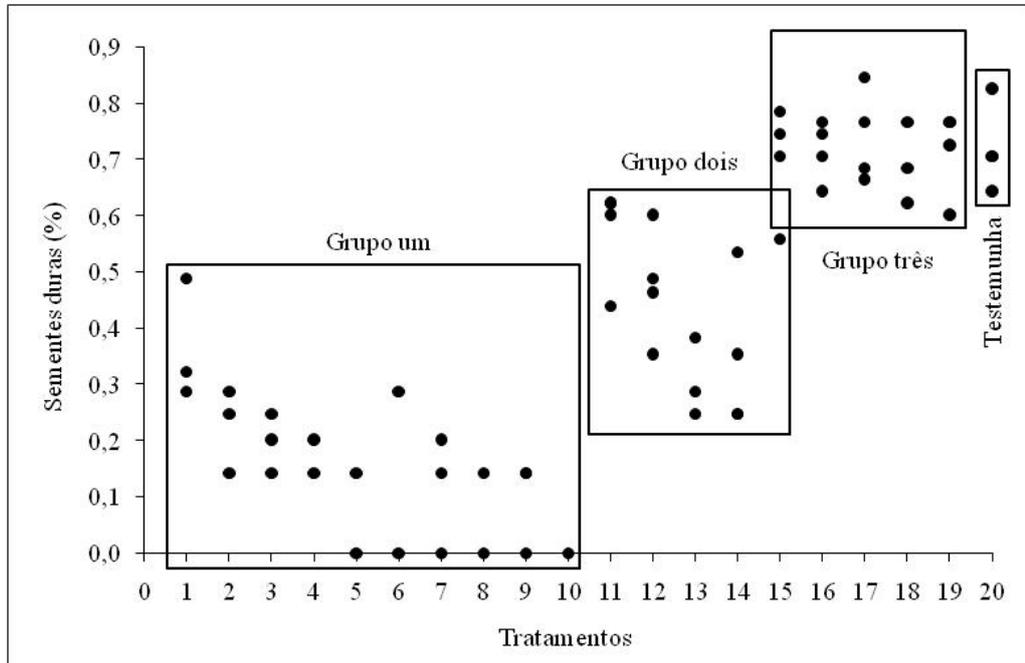
ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 135-146.

APÊNDICES

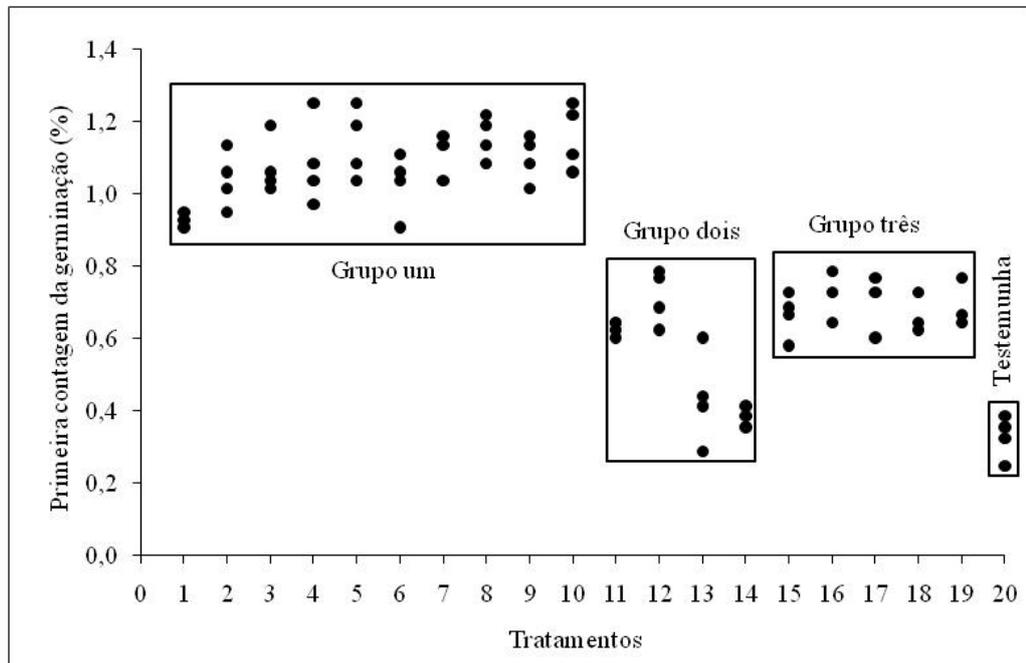
APÊNDICE A– Gráfico de dispersão dos resultados do teste de germinação após os tratamentos para superação da dormência de sementes de garapa.



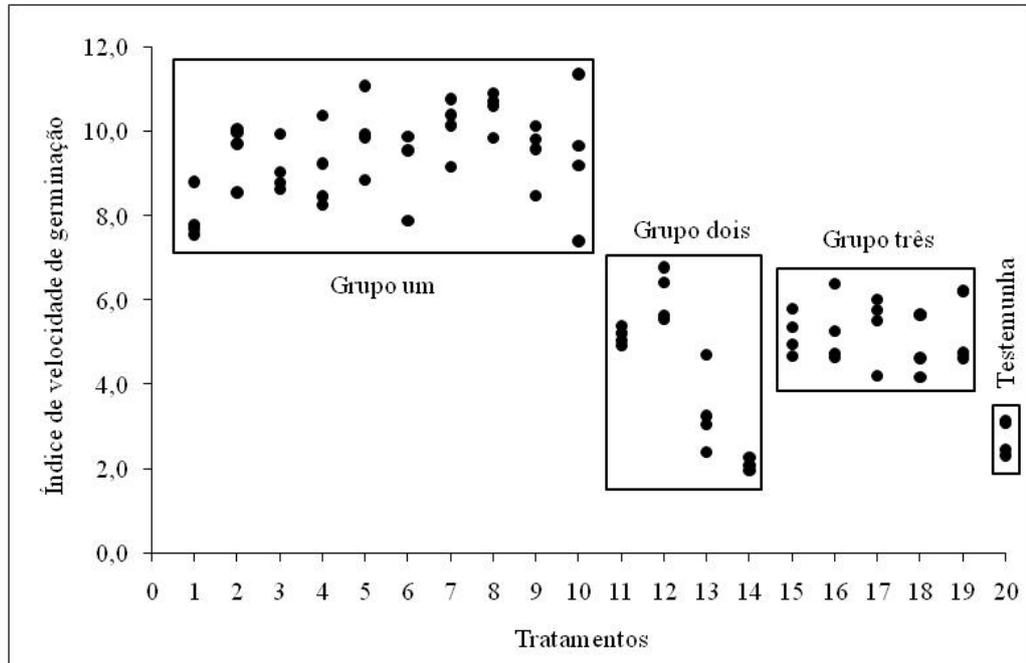
APÊNDICE B– Gráfico de dispersão dos resultados de sementes duras após os tratamentos para superação da dormência de sementes de garapa.



APÊNDICE C– Gráfico de dispersão dos resultados do teste de primeira contagem da germinação após os tratamentos para superação da dormência de sementes de garapa.



APÊNDICE D– Gráfico de dispersão dos resultados do teste do índice de velocidade de germinação após os tratamentos para superação da dormência de sementes de garapa.



APÊNDICE E – Tabelas de análises de variância e de regressão

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para a porcentagem da germinação (G), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) após exposição ao ácido sulfúrico para superação da dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

FV	GL	Quadrado Médio			
		G	PA	SM	SD
CONC	1	0,0029ns	0,0906ns	0,0011ns	0,1175*
TEMPO	4	0,0123ns	0,0158ns	0,0097ns	0,0674*
CONC * TEMPO	4	0,0054ns	0,0257ns	0,0003ns	0,0023ns
Fatorial vs Testemunha	1	1,0470*	0,1493*	0,0005ns	1,2107*
Resíduo	33	0,0073	0,0226	0,0048	0,0063
	CV (%)	8,28	55,45	21,17	40,76

*significativo a 5% de probabilidade, ns – não significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 2A. Resumo da análise de variância para a primeira contagem da germinação (PCG), para o índice de velocidade de germinação (IVG) e para o comprimento das plântulas (CP) após exposição ao ácido sulfúrico para superação da dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

FV	GL	Quadrado médio		
		PCG	IVG	CP mm/plântula
CONC	1	0,0336*	0,11754*	24,3413ns
TEMPO	4	0,0331*	0,06736*	30,2874ns
CONC * TEMPO	4	0,0031ns	1,26544ns	23,7342ns
Fatorial vs Testemunha	1	2,0718*	0,53575*	2024,7287*
Resíduo	33	0,0060	0,71329	20,1783
	CV (%)	7,62	5,00	5,00

*significativo a 5% de probabilidade, ns – não significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 3A. Resumo da análise de variância da regressão para primeira contagem da germinação (PCG) e índice de velocidade de germinação (IVG) após exposição ao ácido sulfúrico para superação da dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

FV	Modelo	GL	Quadrado Médio	
			PCG %	IVG
Regressão	linear plateau*	2	5,5449*	0,0087*
Independente da Regressão		3	0,0028	0,0002

*significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 4A. Resumo da análise de variância para a porcentagem da germinação (G), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) após exposição ao calor seco e ao calor úmido para superação da dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

FV	GL	Quadrado médio			
		G	PA	SM	SD
Tratamentos	3	0,064*	0,017ns	0,197*	0,053*
Erro	12	0,004	0,011	0,012	0,010
	CV (%)	10,07	33,38	18,05	23,69

*significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 5A. Resumo da análise de variância para a primeira contagem da germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento das plântulas (CP) após exposição ao calor seco e ao calor úmido para superação da dormência de sementes de garapa. UFV, Viçosa, MG, 2010.

FV	GL	Quadrado médio		
		PCG %	IVG	CP mm/plântula
Tratamentos	3	0,096*	12,817	126,100ns
Erro	12	0,006	0,342	53,254
	CV (%)	14,17	14,04	8,90

*significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade.