

VALQUÍRIA APARECIDA MENDES DE JESUS

**HIPOCLORITO DE SÓDIO NA REMOÇÃO DA SARCOTESTA E NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MAMÃO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

J58h
2014
Jesus, Valquíria Aparecida Mendes de, 1983-
Hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta e na qualidade fisiológica de sementes de mamão / Valquíria Aparecida Mendes de Jesus. - Viçosa, MG, 2014.
xi, 87f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Eduardo Fontes Araújo.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Fitotecnia. 2. Mamão - Sementes - Análise. 3. Sarcotesta.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.
Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 634.651

VALQUÍRIA APARECIDA MENDES DE JESUS

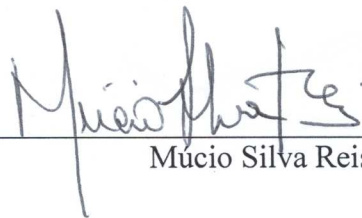
**HIPOCLORITO DE SÓDIO NA REMOÇÃO DA SARCOTESTA E NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MAMÃO**

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

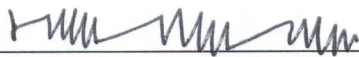
APROVADA: 22 de julho de 2014.



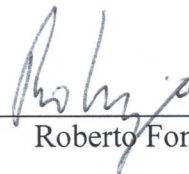
Eduardo Euclides de Lima e Borges



Múcio Silva Reis



Roberto Ferreira da Silva
(Coorientador)



Roberto Fontes Araújo



Eduardo Fontes Araújo
(Orientador)

Ao meu marido Fábio,
a minha filha Laura,
ao meu tio Ademir (em memória),
e aos meus pais, Maria Inez e José Necésio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À vida.

Ao meu marido, minha filha, meu tio Ademir (em memória), pais, irmãos e demais familiares, pelos conselhos e ajuda incondicional.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

À Caliman Agrícola pelo fornecimento dos frutos.

Ao professor Eduardo Fontes Araújo, pela orientação, apoio e incentivo.

Aos coorientadores Luiz Antônio dos Santos Dias e Roberto Ferreira da Silva, pelas contribuições e sugestões.

Aos professores Antônio Augusto Neves e Eduardo Alves, por toda a ajuda e contribuição.

A todos amigos dos laboratórios de sementes, pela amizade e ajuda.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão desta etapa.

A todos: Muito Obrigada!

BIOGRAFIA

VALQUÍRIA APARECIDA MENDES DE JESUS, filha de José Necésio de Jesus e Maria Inez Mendes de Jesus, nasceu no dia 18 de junho de 1983, em Lavras, Minas Gerais.

Concluiu o Ensino Médio em dezembro de 2001, no Colégio Nossa Senhora de Lourdes, em Lavras, Minas Gerais.

Graduou-se em Engenharia Florestal, no dia 27 de março de 2007, pela Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

Em 12 de fevereiro de 2010, se tornou mestre em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná.

Em agosto de 2010, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Doutorado, área de concentração em Produção Vegetal, pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2 ARTIGO 1 - Hipoclorito de sódio em comparação com outras alternativas para remoção da sarcotesta e germinação de sementes de mamão.....	05
3 ARTIGO 2 - Proporção de sementes e solução de hipoclorito de sódio no processo germinativo de sementes de mamão.....	25
4 ARTIGO 3 - Uso do hipoclorito de sódio para retirada da sarcotesta de sementes de mamão: estudos anatômicos e das alterações provocadas.....	44
5 ARTIGO 4 - Efeito do hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta e na germinação de sementes de mamão recém-extraídas e após armazenamento.....	70
6 CONCLUSÃO GERAL.....	87

RESUMO

JESUS, Valquíria Aparecida Mendes de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2014. **Hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta e na qualidade fisiológica de sementes de mamão**. Orientador: Eduardo Fontes Araújo. Coorientadores: Luiz Antônio dos Santos Dias e Roberto Ferreira da Silva.

O mamão ocupa um lugar de destaque entre as principais frutas tropicais cultivadas no Brasil e no mundo, devido aos benefícios que sua composição traz para a saúde e ao seu sabor adocicado que agrada grande parte da população. O mamão é propagado basicamente por sementes, sendo que a sarcotesta tem sido relacionada como a principal causa da dormência, devido à presença de compostos fenólicos. Neste contexto, este trabalho foi desenvolvido com os seguintes objetivos: 1) Avaliar o efeito do hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta e na germinação em sementes de mamão; 2) Avaliar o efeito de diferentes concentrações de cloro ativo e diferentes proporções entre o número de sementes e o volume de solução de hipoclorito de sódio, em um determinado tempo de embebição, visando identificar a melhor combinação para a retirada efetiva da sarcotesta, de forma a contribuir no processo germinativo; 3) Estudar as estruturas anatômicas e a germinação de sementes de mamão da variedade Golden, submetidas à solução de hipoclorito de sódio em diferentes proporções e concentrações de cloro ativo e 4) Avaliar o efeito do hipoclorito de sódio na retirada da sarcotesta e no processo germinativo de sementes de mamão recém-extraídas, assim como em sementes previamente armazenadas e em sementes de mamão a serem armazenadas. Foram utilizados frutos do grupo “Solo”, variedade Golden, provenientes da empresa Caliman Agrícola S/A localizada em Linhares – ES. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação – até 15% da casca com coloração amarela – e foram armazenados por três dias, ocasião em que toda a casca apresentou a coloração amarela. Em seguida, as sementes foram extraídas manualmente e selecionadas quanto à integridade, tamanho e coloração, sendo determinado o seu teor de água e iniciado os tratamentos. Para o primeiro artigo, as sementes com sarcotesta foram imersas em NaOCl em cinco concentrações de cloro ativo (0, 2, 4, 6 e 8%), durante seis tempos (4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas), na proporção de 380 sementes por 127 mL de solução (0,3 mL de solução por semente). Também foram realizados quatro tratamentos adicionais: sementes intactas; retirada da sarcotesta pelo método da peneira; retirada da sarcotesta pelo método da peneira, acrescido de 24 horas em água corrente, conforme recomendado pelas Regras para análise de sementes e retirada da sarcotesta pelo método da peneira, acrescido de

24 horas em água parada, totalizando 34 tratamentos. Foi avaliada a germinação, calculando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas aos 7, 15, 30 e 35 dias após o início do teste. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjados no esquema fatorial $5 \times 6 + 4$, ou seja, cinco concentrações de cloro ativo, seis tempos de embebição e quatro tratamentos adicionais. No segundo artigo, avaliou-se o efeito de cinco concentrações de cloro ativo (0, 2, 4, 6 e 8%), durante 24 horas de embebição e diferentes proporções (10:200, 50:200, 100:200, 200:200, 300:200, 400:200, 500:200 e 600:200) entre o número de sementes e o volume (mL) de solução respectivamente, visando identificar a melhor combinação para a retirada efetiva da sarcotesta em sementes de mamão de forma a contribuir no processo germinativo. Foi avaliada a germinação, calculando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas aos 15 e 30 dias após o início do teste. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. No terceiro artigo foram desenvolvidos dois ensaios. No primeiro ensaio, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio em diferentes concentrações de cloro ativo (0, 2, 4, 6 e 8%) por um período de 12 horas, na proporção de 600 sementes por 200 mL de solução (0,3 mL por semente). Também foram avaliadas sementes intactas e sementes submetidas ao método da peneira, acrescido de 24 horas em água parada. No segundo ensaio, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2% de cloro ativo por um período de 24 horas em diferentes proporções (10:200; 200:200; 400:200 e 600:200) entre sementes (número) e o volume (mL) de solução respectivamente, além da concentração 0% por 24 horas na proporção de 10 sementes por 200 mL de solução e sementes submetidas ao método da peneira, acrescido de 24 horas em água parada. O efeito dos tratamentos foi avaliado pelo teste de germinação, e pela caracterização anatômica por meio de microscopia eletrônica de varredura. No quarto artigo foram avaliados seis tratamentos segundo delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com oito repetições. As parcelas foram compostas pelos métodos: M1 – método da peneira + secagem até 7% de teor de água; M2 – método da peneira + secagem até 7% + NaOCl; e M3 – NaOCl + secagem até 7% e as subparcelas foram compostas pelos tempos de armazenamento (0 e 44 dias). Foram também feitos três tratamentos adicionais: A – NaOCl a 6% de cloro ativo por 12 horas; B – método da peneira e C – sementes intactas embebidas 24 horas em água corrente. Para imersão das sementes utilizaram-se a proporção de 0,3 mL de solução por semente. Determinou-se a germinação através da porcentagem total de plântulas normais aos 30 dias de instalação do experimento para os tratamentos compostos pelos métodos de

quebra de dormência e tempo de armazenamento. Estes tratamentos também foram comparados aos tratamentos adicionais pelo número de plântulas normais; plântulas anormais; sementes dormentes; sementes mortas e primeira contagem. A partir dos resultados, verificou-se que o hipoclorito de sódio foi eficiente para retirar parcialmente ou totalmente a sarcotesta, dependendo da concentração de cloro ativo e do tempo de embebição. No entanto, não favoreceu a germinação. Após o método da peneira para a retirada da sarcotesta, maiores porcentuais de germinação foram obtidos com a embebição das sementes em água parada por 24 horas. Apenas a remoção mecânica da sarcotesta pelo método da peneira não foi eficiente para melhoria da germinação. A primeira contagem deve ser realizada aos 15 dias após início do teste de germinação. A imersão de sementes de mamão, na proporção de 10 sementes por 200 mL de solução de hipoclorito de sódio, na concentração de 2% de cloro ativo, por 24 horas, favorece a germinação, assim como o tratamento da peneira acrescido de 24 horas em água parada. Pelas observações anatômicas, o hipoclorito de sódio não afetou o endosperma e, conseqüentemente o embrião, podendo ser uma alternativa à retirada manual da sarcotesta. O uso do hipoclorito de sódio a 6% de cloro ativo, por 12 horas de embebição, na proporção de 380 sementes por 127 mL de solução (0,3 mL de solução por semente) foi eficiente para a retirada da sarcotesta, porém foi prejudicial a germinação. O armazenamento, por 44 dias, prejudicou a germinação. A remoção da sarcotesta pelo método da peneira, seguida por secagem das sementes até um teor de água de 7%, é eficiente para elevar a germinação.

ABSTRACT

JESUS, Valquíria Aparecida Mendes de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2014. **Sodium hypochlorite on remotion of the sarcotesta and on physiological quality of papaya seeds.** Adviser: Eduardo Fontes Araújo. Co-advisers: Luiz Antônio dos Santos Dias and Roberto Ferreira da Silva.

Papaya is one of most important tropical fruits in Brazil and in the world, due to its composition, that brings benefits to health, and its sweet taste that appeals the most of the population. Basically, papaya crop is propagated by using seeds, and the sarcotesta has been associated as the main cause of dormancy by the presence of phenolic compounds. In this context, this work was developed with the following objectives: 1) To evaluate the effect of sodium hypochlorite on remotion of the sarcotesta and on germination of the papaya seeds; 2) To evaluate the effect of different active chlorine concentrations and different proportions between seeds number and volume of sodium hypochlorite solution in a determined imbibition time, to identify the best combination for the effective removal of the sarcotesta to improve the germination process; 3) To study the anatomical structures and the germination of the papaya seeds, Golden variety, subjected to sodium hypochlorite solution in different concentrations and active chlorine ratios and 4) To evaluate the sodium hypochlorite effect on the sarcotesta remotion and its effect on seeds germination of freshly extracted papaya seeds, as well as its effect on previously stored papaya seeds and seeds that will be stored. Fruits of the Solo group were used, Golden variety, from the Caliman Agrícola company located at Linhares city, Espírito Santo state. The fruits were harvested at ripeness stage 1 - up to 15% of yellow skin coloration - and were stored for three days until reach the color in all fruit skin. Then the seeds were manually extracted and selected from its integrity, size and color, the water content was determined and the treatments were started. For the first article, the seeds with sarcotesta were immersed in NaOCl solution considering five active chlorine concentrations (0, 2, 4, 6 and 8%), during six imbibition times (4, 8, 12, 16, 20 and 24 hours), considering a proportion between 380 seeds and 127 mL of solution (0.3 mL of solution per seed). Also, four additional treatments were performed: intact seeds; remotion of the sarcotesta by the sieve method; remotion of the sarcotesta by the sieve method plus 24 hours in running water, as indicated by the Rules for Seed Analysis and remotion of the sarcotesta by the sieve method plus 24 hours in standing water, totaling 34 treatments. It was determined percentage of normal seedlings at 7, 15, 30 and 35 days after the beginning of the test. A completely randomized design was

employed with four replications. Treatments were arranged in a factorial scheme $5 \times 6 + 4$, i.e., five active chlorine concentrations, six times of imbibition and four additional treatments. In the second article, it was evaluated five active chlorine concentrations (0, 2, 4, 6 and 8%) during a imbibition time of 24 hours and different ratios between seeds number and solution volume (10:200, 50:200, 100:200, 200:200, 300:200, 400:200, 500:200 and 600:200), to identify the best combination for the effective remotion of sarcotesta in papaya seeds, in order to improve the germination process. The percentage of normal seedlings was evaluated at 15 and 30 days. A completely randomized design was employed with four replications. In the third article, it was developed two tests. In the first test, the seeds were subjected to different concentrations of sodium hypochlorite solution (0, 2, 4, 6 and 8%) during 12 hours, in a ratio of 600 seeds by 200 mL of solution. It was also evaluated intact seeds and seeds subjected to sieve method plus 24 hours in standing water. In the second test, the seeds were subjected to sodium hypochlorite solution containing 2% active chlorine during 24 hours considering different ratios between the number of seeds and 200 mL of solution (10:200; 200:200; 400: 200 and 600:200), besides 0% concentration during 24 hours in the ratio 10:200 and seeds subjected to the sieve method plus 24 hours in standing water. The treatments effect was evaluated by germination test and anatomical characterization by scanning electron microscopy. In the fourth article, an experiment was conducted with six treatments in a completely randomized design, in a split plot scheme, with eight replications. The plots were composed by the following methods: M1 – sieve method + drying up to 7% water content; M2 – sieve method + drying up to 7% water content + NaOCl; and M3 – NaOCl + drying up to 7% water content and the subplots were composed by storage periods (0 and 44 days). Three additional treatments were also carried out: A – NaOCl solution with 6% active chlorine during 12 hours; B – sieve method and C – intact seeds immersed during 24 hours in running water. For seeds immersion, it was used a proportion of 0.3 mL of solution per seed. Germination was determined by the total percentage of normal seedlings at 30 days after the beginning of the experiment for treatments composed by the breaking dormancy methods and storage time. These treatments were compared to additional treatments by the number of normal seedlings; abnormal seedlings; dormant seeds; dead seeds and first count. From the results, it was observed that sodium hypochlorite was efficient on partial or total sarcotesta remotion depending on the concentration of active chlorine and the imbibition time. However, the use of the sodium hypochlorite did not favor the germination. After the method of sieve to sarcotesta remotion, higher percentages of

germination were obtained with the seeds imbibition in standing water during 24 hours. Only the mechanical remotion of the sarcotesta by the sieve method was not effective for improving the germination. The first count should be performed at 15 days after the beginning of germination test. The immersion papaya seeds in the proportion of 10 seeds per 200 mL of sodium hypochlorite solution, at 2% active chlorine concentration, during 24 hours, favors the germination as well as the treatment composed by sieve method plus 24 hours standing water. From the anatomical visualizations, it was observed that sodium hypochlorite did not affect the endosperm and, consequently, the embryo, this result indicates that sodium hypochlorite could be an alternative to manual removal of the sarcotesta. The use of sodium hypochlorite, at 6% active chlorine concentration during 12 hours of immersion time, at a ratio of 380 seeds per 127 mL of solution (0.3 mL per seed), was efficient to remove the sarcotesta, but the germination was harmed. The storage during 44 days also harmed the germination. The sarcotesta remotion by the sieve method, followed by drying up to 7% water content was enough to increase germination.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O mamão ocupa um lugar de destaque entre as principais frutas tropicais cultivadas no Brasil e no mundo. Esse fato se deve às grandes possibilidades de utilização do produto, devido à papaína (uma mistura de enzimas proteolíticas e peroxidases) a qual é muito empregada na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica (Ferreira et al., 2008; Lima et al., 2011).

O mamão para fins comerciais é propagado basicamente por sementes (Araújo et al., 2005; Tokuhisa et al., 2007a; Tokuhisa et al., 2007b; Carlesso et al., 2009; Ferreira et al., 2011). No entanto, informações relacionadas ao seu processo germinativo ainda não são conclusivas.

Estudos tem mostrado que a presença da exotesta, também denominada de sarcotesta, afeta negativamente o processo germinativo das sementes de mamão (Schmidt et al., 1993; Tokuhisa et al., 2007a; Tokuhisa et al., 2008). Além da presença da sarcotesta, autores relatam que a época de colheita (Tokuhisa et al., 2008), o tempo de armazenamento do fruto (Aroucha et al., 2007), o armazenamento das sementes (Aroucha et al., 2007) e a presença de esclerotesta (Tokuhisa et al., 2007b) são fatores que afetam o processo germinativo.

Embora existam na literatura recomendações para melhorar o porcentual germinativo das sementes de mamão, ainda não há um processo otimizado. Existem protocolos empregados por empresas do setor mamoeiro para a produção de sementes, no qual os frutos são colhidos no estágio de maturação um e ficam armazenados até o estágio de maturação quatro ou outro estágio acima deste. As sementes são retiradas do fruto e colocadas em caixa de PVC na qual permanecem por aproximadamente 24 horas. A retirada da sarcotesta ocorre por meio do uso de uma peneira e jato d'água. As sementes são secas ao sol até teor de água entre 6 e 8% e, posteriormente, são enlatadas e armazenadas em câmaras frigorificadas na temperatura de 10 °C, umidade relativa do ar de 60% por no mínimo três meses, permanecendo viáveis até dois anos de armazenamento. Tal procedimento tem garantido obtenção de germinação entre 80 e 90%. Entretanto, as empresas do setor relatam como principais problemas no preparo das sementes de mamão para o processo germinativo o método de retirada da sarcotesta e a necessidade de armazenamento das sementes.

Portanto, propôs-se com o presente trabalho avaliar o uso do hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta em sementes de mamão, como alternativa à remoção manual, visando facilitar o processo comumente realizado. Pretendeu-se verificar

também o efeito do hipoclorito de sódio na germinação das sementes. Acredita-se que o processo pode afetar, além da sarcotesta, a esclerotesta ou parte desta, favorecendo a germinação de sementes recém-colhidas, podendo ainda, ser benéfico à qualidade fisiológica de sementes armazenadas.

Referências

ARAÚJO, E. C.; BALBINOT, E.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, R. F. Efeito do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função da posição no fruto. In: **Papaya Brasil – Mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória: INCAPER. 2005. p. 270-272.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000067&pid=S0101-3122201000010001700005&lng=pt

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; BALBINOT, E.; NUNES, G. H. S. Qualidade fisiológica de sementes de mamão após o armazenamento dos frutos e de sementes. **Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 136-143, 2007.

<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/474>

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; THIÉBAUT, J. T. L.; OLIVEIRA, M. T. R. Germinação e vigor de sementes e mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden secadas em altas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 228-235, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n2/v31n2a27.pdf>

FERREIRA, A. M.; WATANABE, E.; NASCIMENTO, A. P.; ANDRADE, D.; ITO, I. Y. Atividade antibacteriana *in vitro* de géis com diferentes concentrações de papaína. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 10, n. 4, p. 1035-1040, 2008.

http://www.fen.ufg.br/fen_revista/v10/n4/pdf/v10n4a15.pdf

FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T.; SCHMILDT, O.; NASCIMENTO, A. L. Enraizamento *in vitro* de clones de mamoeiro “Tainung 01”. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 563-566, 2011.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195318915040>

LIMA, A. P. G.; LIMA, C. G.; GONÇALVES, O.; OLIVEIRA, I. R. O uso terapêutico da papaína em úlceras por pressão. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, v. 1, n. 8, p. 12-31, 2011.

http://perquirere.unipam.edu.br/documents/23456/50270/o_uso_terapeutico_da_papaina.pdf

SCHMILDT, E. R.; FRONZA, V.; DIAZ, J. L. S.; UNÊDA, S. H.; ALVARENGA, E. M. Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de mamoeiro (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 147-151, 1993. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1993/v15n2/artigo01.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Época de colheita dos frutos e ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 75-80, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n2/a10v30n2.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 131-139, 2007a. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/18.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; HILST, P. C.; DEMUNER, A. J. Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 180-188, 2007b. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n3/a22v29n3.pdf>

2. ARTIGO 1

Hipoclorito de sódio em comparação com outras alternativas para remoção da sarcotesta e germinação de sementes de mamão

Resumo – O processo completo de germinação das sementes de mamão é lento e irregular. Este fato se deve à dormência, que pode ser atribuída à presença da sarcotesta. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta em sementes de mamão e seu efeito na germinação. As sementes com sarcotesta foram imersas em NaOCl em cinco concentrações de cloro ativo (0, 2, 4, 6 e 8%), durante seis tempos (4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas), na proporção de 380 sementes por 127 mL de solução (0,3 mL de solução por semente). Também foram realizados quatro tratamentos adicionais: sementes intactas; retirada da sarcotesta pelo método da peneira; retirada da sarcotesta pelo método da peneira, acrescido de 24 horas em água corrente, conforme recomendado pelas Regras para análise de sementes e retirada da sarcotesta pelo método da peneira, acrescido de 24 horas em água parada, totalizando 34 tratamentos. Foi avaliada a germinação, calculando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas aos 7, 15, 30 e 35 dias após o início do teste. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjos no esquema fatorial $5 \times 6 + 4$, ou seja, cinco concentrações de cloro ativo, seis tempos de embebição e quatro tratamentos adicionais. Os dados foram submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade, e à análise de variância. Foi utilizado o teste F à 5% de probabilidade. Para variáveis quantitativas, que apresentaram efeito significativo pelo teste F, foram realizadas análises de regressão. Os tratamentos em arranjo fatorial foram comparados aos tratamentos adicionais, aplicando-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade, enquanto os tratamentos adicionais foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Concluiu-se que o hipoclorito de sódio foi eficiente para retirar parcialmente ou totalmente a sarcotesta, dependendo da concentração de cloro ativo e do tempo de embebição. No entanto, não favoreceu a germinação. Após o método da peneira para a retirada da sarcotesta, maiores percentuais foram obtidos com a embebição das sementes em água parada por 24 horas. Apenas a remoção mecânica da sarcotesta pelo método da peneira não foi eficiente para melhoria da germinação. A primeira contagem deve ser realizada aos 15 dias após início do teste de germinação.

Termos para indexação – sarcotesta; *Carica papaya*; germinação.

Sodium hypochlorite compared to the other alternatives for sarcotesta remotion and germination of papaya seeds

Abstract – The complete germination process of the papaya seeds is slow and irregular. The dormancy of the papaya seeds can be attributed to the sarcotesta. The aim of this study was to evaluate the effect of sodium hypochlorite on sarcotesta remotion of the papaya seeds and its effect on germination. The seeds with sarcotesta were immersed in NaOCl solution considering five active chlorine concentrations (0, 2, 4, 6 and 8%) during six imbibition times (4, 8, 12, 16, 20 and 24 hours), on proportion of 380 seeds per 127 mL of solution (0.3 mL of solution per seed). Four additional treatments were also carried out: intact seeds; sarcotesta remotion by the sieve method; sarcotesta remotion by the sieve method associated with 24 hours in running water as recommended by the Rules for Seed Analysis and sarcotesta remotion by the sieve method plus 24 hours in standing water, totaling 34 treatments. It was evaluated the percentage of normal seedlings at 7, 15, 30 and 35 days after the beginning of the germination test. The experiment was conducted using a completely randomized design with four replications. Treatments were arranged in a factorial scheme $5 \times 6 + 4$, five active chlorine concentrations, six imbibition times and four additional treatments. The data were submitted to normality and homogeneity tests, and analysis of variance. The F test at 5% probability was employed. For quantitative variables, with significant effect by F test, regression analysis was carried out. Treatments from factorial scheme were compared to additional treatments by the Dunnett test at 5% probability. The additional treatments were compared by the Tukey at 5% probability. It was concluded that sodium hypochlorite was efficient on sarcotesta remotion, partially or fully, according the appropriated association of the factors active chlorine concentration and imbibition time, however, this method did not improve the germination process. After the use of the sieve method for remotion of the sarcotesta, greatest germination percentages were obtained with the imbibition of the seeds in standing water during 24 hours. Only the mechanical remotion of the sarcotesta by sieve method was not effective for improving the germination; the first count test should be performed at 15 days after the beginning of the germination test.

Index terms - sarcotesta; *Carica papaya*; germination.

Introdução

O processo completo de germinação das sementes de mamão pode levar de 4 a 8 semanas (Tokuhisa et al., 2007a), o que tem sido atribuído à presença de inibidores, principalmente compostos fenólicos, presentes na exotesta (também denominada de sarcotesta) e esclerotesta (Tokuhisa et al., 2007b). Segundo Melo e Seleguini (2013), a sarcotesta também afeta negativamente a emergência total e o crescimento radicular de plântulas de mamão.

Vários tratamentos para a remoção da sarcotesta tem sido testados: remoção com pressão sobre peneira sob jato de água (Schmidt et al., 1993; Tokuhisa et al., 2007a; Melo e Seleguini, 2013), remoção pela fricção com areia lavada (Schmidt et al., 1993; Melo e Seleguini, 2013), remoção com uso de liquidificador (Schmidt et al., 1993) e esfregaço com escova de cerdas plásticas grossas (Melo e Seleguini, 2013). Todos tratamentos visam maior porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação. No entanto, ainda não há um consenso do tratamento mais eficaz e econômico para a retirada da sarcotesta, tornando-se um dos principais desafios das empresas produtoras de sementes de mamão. Conseqüentemente, há necessidade do desenvolvimento de técnicas que, além de rápidas, sejam econômicas e de fácil execução.

A partir de relatos de empresas do setor mamoeiro, verificou-se que, após a retirada da sarcotesta manualmente, as sementes precisam ficar armazenadas um tempo mínimo de três meses e máximo de dois anos para não apresentarem baixa germinação e baixo vigor.

Na literatura há escassez de informação sobre métodos alternativos à retirada manual da sarcotesta. Mesmo após a retirada manual da sarcotesta alguns estudos como o de Leonel et al. (1998) ressaltam a necessidade do uso de ácido giberélico em sementes recém-colhidas para que haja aumento na germinação, tal procedimento pode substituir a necessidade de armazenamento. No entanto, trata-se de um produto de elevado custo, tornando-se inviável para o uso em grande escala.

Resultados preliminares ao presente estudo, utilizando o hipoclorito de sódio, mostraram a eficiência do cloro ativo na retirada da sarcotesta em sementes de mamão e elevada germinação na ausência de armazenamento, sendo um produto potencial para substituir a retirada manual da sarcotesta além de eliminar a etapa de armazenamento.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a ação do hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta em sementes de mamão e seu efeito na germinação, bem como outras alternativas.

Material e métodos

Foram utilizadas sementes de mamão do grupo “Solo”, variedade Golden, provenientes da empresa Caliman Agrícola S/A, localizada em Linhares – ES. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Os frutos foram colhidos no estágio um de maturação, até 15% da casca com coloração amarela, e foram armazenados por três dias, ocasião em que toda a casca apresentou a coloração amarela. Os frutos foram partidos longitudinalmente e as sementes extraídas manualmente. As sementes de todos os frutos foram homogeneizadas e selecionadas quanto à integridade, tamanho e coloração. Em seguida, avaliou-se o teor de água das sementes e iniciaram-se os tratamentos.

A determinação do teor de água foi realizada considerando-se quatro repetições de 100 sementes pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

As sementes com sarcotesta foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) em cinco concentrações de cloro ativo (0, 2, 4, 6 e 8%), por seis tempos de embebição (4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas) na proporção de 380 sementes por 127 mL de solução (0,3 mL de solução por semente). Também foram empregados quatro tratamentos adicionais (controle): sementes intactas (com sarcotesta); retirada da sarcotesta pelo método da peneira (procedimento realizado em empresas produtoras de sementes de mamão); retirada da sarcotesta pelo método da peneira, acrescido de 24 horas em água corrente, conforme recomendação das Regras para análise de sementes (Brasil, 2009) e retirada da sarcotesta pelo método da peneira acrescido de 24 horas em água parada (0,3 mL de água por semente), procedimento alternativo à recomendação das Regras para análise de sementes (Brasil, 2009), visando a economia de água. Portanto, totalizaram-se 34 tratamentos (Tabela 1).

Para imersão das sementes na solução, empregaram-se caixas do tipo gerbox. As sementes foram colocadas sob o telado (para garantir o total contato das sementes com o líquido). Os gerbox foram tampados e levados para uma câmara tipo B.O.D., com temperatura constante de 25 °C, na ausência de luz, onde permaneceram pelos tempos de embebição referentes a cada tratamento. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente, por um minuto, para eliminação do produto.

O procedimento de retirada da sarcotesta pelo método da peneira é comumente realizado em empresas produtoras de sementes de mamão. O método baseia-se na

retirada das sementes dos frutos e armazenamento destas em caixa PVC (contendo um pouco de água), por 24 horas, onde ocorre um princípio de fermentação. Posteriormente, as sementes são colocadas em peneira e, sob jato d'água, realiza-se leve pressão das sementes sobre a peneira para remoção da sarcotesta.

Paralelamente e sob as mesmas condições, instalou-se um experimento em que a temperatura da solução foi aferida no início e em intervalos de quatro horas até um total de 24 horas, utilizando-se termômetro Incoterm com escala de 10 – 60 °C e de divisão 1 °C.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

Tratamento	Descrição	
1	Controle – Sementes Intactas	
2	Controle – Método da peneira	
3	Controle – Método da peneira + 24 horas em água corrente	
4	Controle – Método da peneira + 24 horas em água parada	
	Concentração de Cloro (%)	Tempo (horas)
5	0	4
6	0	8
7	0	12
8	0	16
9	0	20
10	0	24
11	2	4
12	2	8
13	2	12
14	2	16
15	2	20
16	2	24
17	4	4
18	4	8
19	4	12
20	4	16
21	4	20
22	4	24
23	6	4
24	6	8
25	6	12
26	6	16
27	6	20
28	6	24

29	8	4
30	8	8
31	8	12
32	8	16
33	8	20
34	8	24

As sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme recomendação das Regras para análise de sementes (Brasil, 2009). O teste foi conduzido em câmara tipo B.O.D., com temperaturas alternadas de 20 e 30 °C, sendo 16 horas no escuro e oito horas de exposição à luz, respectivamente. A semeadura foi realizada em papel tipo germitest em forma de rolo, umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos dentro de sacos plásticos com a finalidade de manter a umidade.

A porcentagem de germinação, representada pelas plântulas normais, foi determinada aos 7, 15, 30 e 35 dias após a semeadura. Foram consideradas normais as plântulas que atingiram 2,5 cm e apresentaram todas as estruturas essenciais completas e íntegras.

O delineamento estatístico empregado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em que cada repetição foi composta da média de duas determinações com 50 sementes cada. Os tratamentos foram arranjos no esquema fatorial $5 \times 6 + 4$, ou seja, cinco concentrações de cloro ativo, seis tempos de embebição e quatro tratamentos adicionais. Os dados foram submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade de variância, e à análise de variância. Foi utilizado o teste F a 5% de probabilidade. Para variáveis quantitativas, que apresentaram efeito significativo pelo teste F, foram realizadas análises de regressão. Os modelos foram selecionados a partir do coeficiente de determinação e da significância dos coeficientes. Os tratamentos em arranjo fatorial foram comparados aos tratamentos adicionais aplicando-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade e os tratamentos adicionais foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas empregando-se o programa computacional R (R Core Team, 2013).

Resultados e discussão

O teor de água inicial das sementes, determinado logo após a sua extração, foi de 75,7%.

Com o monitoramento da temperatura da solução de hipoclorito de sódio observou-se um aquecimento da solução em contato com a massa de sementes de até 28 °C, o que não é suficiente para afetar a germinação. Segundo Carlesso et al. (2009), sementes de mamão com teor de água inicial de 53% tiveram o vigor comprometido ao serem submetidas à temperatura de 58 °C, porém a germinação não foi afetada.

Verificou-se, visualmente, que a sarcotesta não foi removida nos tempos de embebição da concentração 0%; foi removida parcialmente em todos os tempos de embebição da concentração 2% e também no tempo 4 horas/concentração 4%; e totalmente nos demais tempos de embebição das demais concentrações. Em concentrações mais elevadas (6 e 8%) constatou-se, visualmente, a remoção de outras camadas além da sarcotesta. Rubim et al. (2010) observaram, em sementes de café conilon submetidas à solução de hipoclorito de sódio na concentração de 4% por 3 horas, que não ocorreu degradação completa do pergaminho, enquanto concentrações de 6 e 7% por 6 horas causaram danos a outros tecidos além do pergaminho.

A partir dos resultados das análises de variância obtidos pelos dados experimentais de germinação aos 30 dias (Tabela 2), verificou-se que a interação entre os fatores concentração de cloro e tempo de embebição foi não significativa; logo avaliou-se a germinação em função da concentração de cloro e do tempo de embebição na solução separadamente. Por outro lado, para a germinação aos 35 dias a interação entre os fatores foi significativa em nível de 5% de probabilidade (Tabela 5), mostrando assim que a germinação dependeu da combinação do tempo de embebição e concentração do cloro.

Tabela 2. Análise de variância do efeito da concentração de cloro e do tempo de embebição na germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cloro (C_{cl})	4	5.093,00	1.273,40	31,39*	<0,001
Tempo (T)	5	577,00	115,40	2,85*	0,019
$C_{cl} \times T$	20	912,00	45,60	1,13 ^{ns}	0,340
Resíduo	90	3.651,00	40,60		
Total	119	10.233,00			
Média	10,15				
CV (%)	62,75				

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

ns - não-significativo.

As equações (1 e 2) representam os modelos selecionados a partir das análises de regressão. Os modelos foram escolhidos tendo em conta o coeficiente de determinação (R^2) e a significância dos coeficientes de regressão.

$$Ge = 20,91 - 6,58C_{cl} + 0,65C_{cl}^2 \quad R^2 = 0,62 \quad (1)$$

$$Ge = 12,76 - 0,29T \quad R^2 = 0,45 \quad (2)$$

Em que,

Ge = germinação, %;

C_{cl} = concentração de cloro, %;

T = tempo de embebição, h.

Sementes de mamão tratadas com hipoclorito de sódio tendem a apresentar menores porcentagens de germinação aos 30 dias, independente do tempo de embebição, logo o uso do hipoclorito de sódio teve efeito prejudicial na germinação (Figura 1).

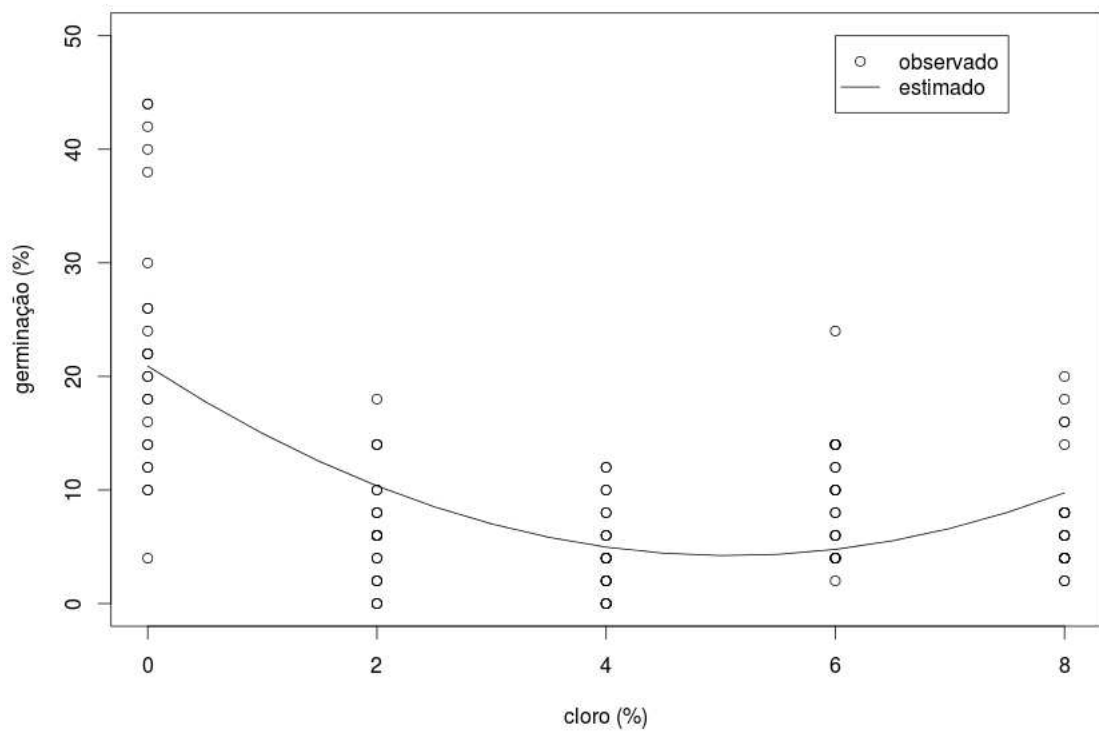


Figura 1. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão, em função da concentração de cloro.

A germinação das sementes de mamão tende a diminuir quanto maior for o tempo de embebição das sementes na solução (Figura 2).

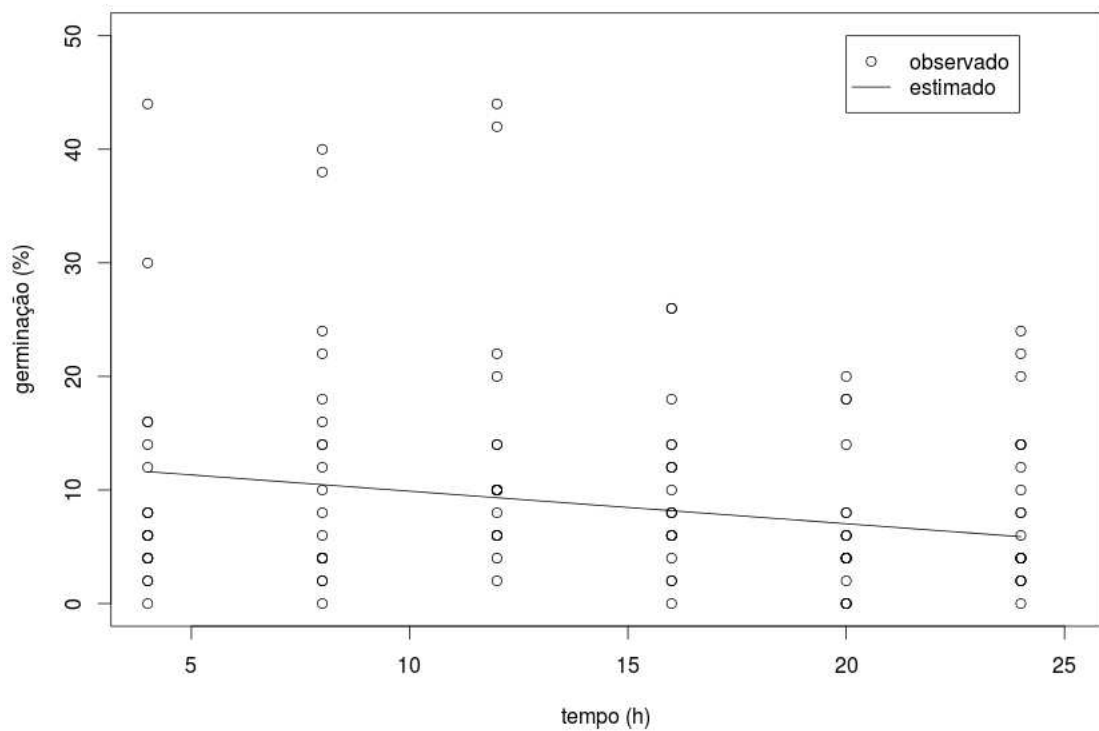


Figura 2. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão, em função do tempo de embebição em solução de hipoclorito de sódio.

Aos 30 dias de instalação do teste de germinação, observou-se que nenhum tratamento superou os controles (Tabela 3). Ao comparar os tratamentos submetidos ao hipoclorito de sódio às sementes intactas e método da peneira (controles com baixo porcentual de germinação), tratamentos 1 e 2 respectivamente, alguns tratamentos não diferiram estatisticamente dos controles 1 e 2, enquanto outros foram inferiores. No entanto, o método da peneira acrescido de 24 horas em água corrente e o método da peneira acrescido de 24 horas em água parada (controles de melhor desempenho), tratamentos 3 e 4 respectivamente, foram superiores a todos os tratamentos com hipoclorito de sódio.

Tabela 3. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão submetidas aos diferentes tratamentos (T).

T	Germinação (%)		T	Germinação (%)		T	Germinação (%)		T	Germinação (%)	
1	27,0		2	34,0		3	79,0		4	75,5	
5	25,5	ns	5	25,5	ns	5	25,5	-	5	25,5	-
6	31,0	ns	6	31,0	ns	6	31,0	-	6	31,0	-
7	29,5	ns	7	29,5	ns	7	29,5	-	7	29,5	-
8	19,0	ns	8	19,0	ns	8	19,0	-	8	19,0	-
9	15,0	ns	9	15,0	-	9	15,0	-	9	15,0	-
10	17,0	ns	10	17,0	-	10	17,0	-	10	17,0	-
11	5,5	-	11	5,5	-	11	5,5	-	11	5,5	-
12	7,5	-	12	7,5	-	12	7,5	-	12	7,5	-
13	8,5	-	13	8,5	-	13	8,5	-	13	8,5	-
14	3,5	-	14	3,5	-	14	3,5	-	14	3,5	-
15	5,5	-	15	5,5	-	15	5,5	-	15	5,5	-
16	9,5	-	16	9,5	-	16	9,5	-	16	9,5	-
17	3,5	-	17	3,5	-	17	3,5	-	17	3,5	-
18	4,0	-	18	4,0	-	18	4,0	-	18	4,0	-
19	14,5	ns	19	14,5	-	19	14,5	-	19	14,5	-
20	8,5	-	20	8,5	-	20	8,5	-	20	8,5	-
21	1,0	-	21	1,0	-	21	1,0	-	21	1,0	-
22	2,5	-	22	2,5	-	22	2,5	-	22	2,5	-
23	7,0	-	23	7,0	-	23	7,0	-	23	7,0	-
24	12,0	-	24	12,0	-	24	12,0	-	24	12,0	-
25	10,0	-	25	10,0	-	25	10,0	-	25	10,0	-
26	9,0	-	26	9,0	-	26	9,0	-	26	9,0	-
27	4,5	-	27	4,5	-	27	4,5	-	27	4,5	-
28	12,0	-	28	12,0	-	28	12,0	-	28	12,0	-
29	8,5	-	29	8,5	-	29	8,5	-	29	8,5	-
30	7,0	-	30	7,0	-	30	7,0	-	30	7,0	-
31	10,5	-	31	10,5	-	31	10,5	-	31	10,5	-
32	10,0	-	32	10,0	-	32	10,0	-	32	10,0	-
33	6,5	-	33	6,5	-	33	6,5	-	33	6,5	-
34	3,5	-	34	3,5	-	34	3,5	-	34	3,5	-

- Significativo e inferior em relação ao controle na coluna, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

ns Não significativo em relação ao controle na coluna.

Embora, visualmente, o hipoclorito de sódio tenha sido efetivo na retirada da sarcotesta, o cloro ativo teve um efeito prejudicial na germinação das sementes, fazendo com que os tratamentos, de maneira geral, fossem inferiores às sementes intactas (Tabela 3). Rubim et al. (2010), estudando sementes de café conilon, verificaram que a

embebição das sementes em concentrações elevadas, como 7% de cloro ativo, por 6 horas, causou danos irreversíveis ao embrião.

Conforme verificado, mesmo as maiores médias dentre os tratamentos com hipoclorito de sódio não superaram a germinação das sementes intactas e do tratamento referente ao método da peneira (Tabela 3), o qual é comumente empregado por empresas do setor mamoeiro. Por outro lado, a utilização de hipoclorito de sódio revelou-se um método fácil de ser aplicado para a retirada da sarcotesta, quando comparado ao método da peneira. No entanto, resulta em porcentual de germinação estatisticamente inferior. Uma alternativa viável para substituir o método da peneira (tratamento 2) é a embebição das sementes em água parada, na ausência de cloro, nos tempos de 4, 8, 12 e 16 horas (tratamentos de 5 a 8 respectivamente), os quais não diferiram estatisticamente do método da peneira (Tabela 3). Porém, observa-se na Tabela 4 que o método da peneira não é o mais recomendável, uma vez que outros métodos superaram seus valores de germinação aos 30 dias.

Aos 30 dias de instalação do teste de germinação, observou-se (Tabela 4) melhor desempenho das sementes submetidas ao método da peneira acrescida por 24 horas em água corrente, conforme recomendação das Regras para análise de sementes (Tratamento 3), não diferindo do tratamento alternativo que consistiu do método da peneira, acrescida por 24 horas em água parada (Tratamento 4). Tal resultado é promissor, uma vez que as Regras para análise de sementes recomendam que sementes de mamão, apresentando dormência, devem ser embebidas em água corrente, por 24 horas (Brasil, 2009). Com base nos resultados encontrados, não há necessidade da utilização de água corrente, o que evita grande desperdício e facilita o trabalho. Os tratamentos método da peneira + água corrente (tratamento 3) e método da peneira + água parada (tratamento 4) foram superiores aos tratamentos relativos ao método da peneira (tratamento 2) e à sementes intactas (tratamento 1), conforme resultados apresentados na Tabela 4.

Os tratamentos 3 e 4 apresentaram os maiores percentuais de germinação, 79,0% e 75,5%, respectivamente (Tabela 3). Os tratamentos foram promissores por apresentar elevada porcentagem de germinação, sem que houvesse o armazenamento das sementes. A prática do armazenamento tem sido uma alternativa comum entre as empresas produtoras de sementes de mamão na tentativa de elevar a germinação. Na literatura, além do armazenamento dos frutos por alguns dias, alguns autores recomendam o armazenamento das sementes após a retirada da sarcotesta para que a germinação potencial do lote ocorra. Aroucha et al. (2007) obtiveram germinação maior

que 78% apenas com armazenamento. Segundo os autores, quando os frutos (estádio dois – 25% da casca com coloração amarela) foram armazenados por um período inferior a dois dias, associado ao armazenamento das sementes por 120 dias, um percentual de germinação maior que 78% foi atingido. Ainda segundo os autores, mesmo em frutos armazenados por 10 dias, maior germinação e vigor foi obtido após o armazenamento das sementes por 120 dias.

Tabela 4. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão submetidas aos diferentes controles.

Controles	Médias	
1	27,0	B
2	34,0	B
3	79,0	A
4	75,5	A

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A interação entre os fatores concentração de cloro e tempo de embebição foi significativa, a 5% de probabilidade, na germinação aos 35 dias (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância do efeito da concentração de cloro e do tempo de embebição na germinação, aos 35 dias, de sementes de mamão.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cloro (C_{cl})	4	9590,00	2397,50	18,39*	<0,001
Tempo (T)	5	1991,00	398,20	3,06*	<0,013
$C_{cl} \times T$	20	6237,00	311,90	2,39*	<0,002
Resíduo	90	11731,00	130,30		
Total	119	29549,00			
Média		27,65			
CV (%)		41,29			

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

As equações (3, 4, 5, 6, 7 e 8) representam os modelos selecionados, a partir das análises de regressão, para os tempos de embebição de 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas, respectivamente. Os modelos foram selecionados considerando-se o coeficiente de determinação (R^2) e a significância dos coeficientes de regressão.

$$Ge = 45,80 - 5,18C_{cl} \quad R^2 = 0,69 \quad (3)$$

$$Ge = 42,90 - 3,90C_{cl} \quad R^2 = 0,55 \quad (4)$$

$$Ge = 42,00 - 2,38C_{cl} \quad R^2 = 0,62 \quad (5)$$

$$Ge = 28,40 - 1,03C_{cl} \quad R^2 = 0,52 \quad (6)$$

$$Ge = 40,30 - 3,50C_{cl} \quad R^2 = 0,51 \quad (7)$$

$$Ge = 32,80 - 1,60C_{cl} \quad R^2 = 0,56 \quad (8)$$

Em que,

Ge = germinação, %;

C_{cl} = concentração de cloro, %.

Na avaliação da germinação aos 35 dias (Figura 3), as sementes de mamão tratadas com hipoclorito de sódio apresentaram menores porcentagens de germinação, sendo que as porcentagens tendem a ser menores com o aumento da concentração de cloro e do tempo de embebição. Segundo Rubim et al. (2010), estudando sementes de café, concentrações mais elevadas de hipoclorito de sódio (6 e 7%), por seis horas, podem causar redução na germinação, por danificar estruturas essenciais da semente.

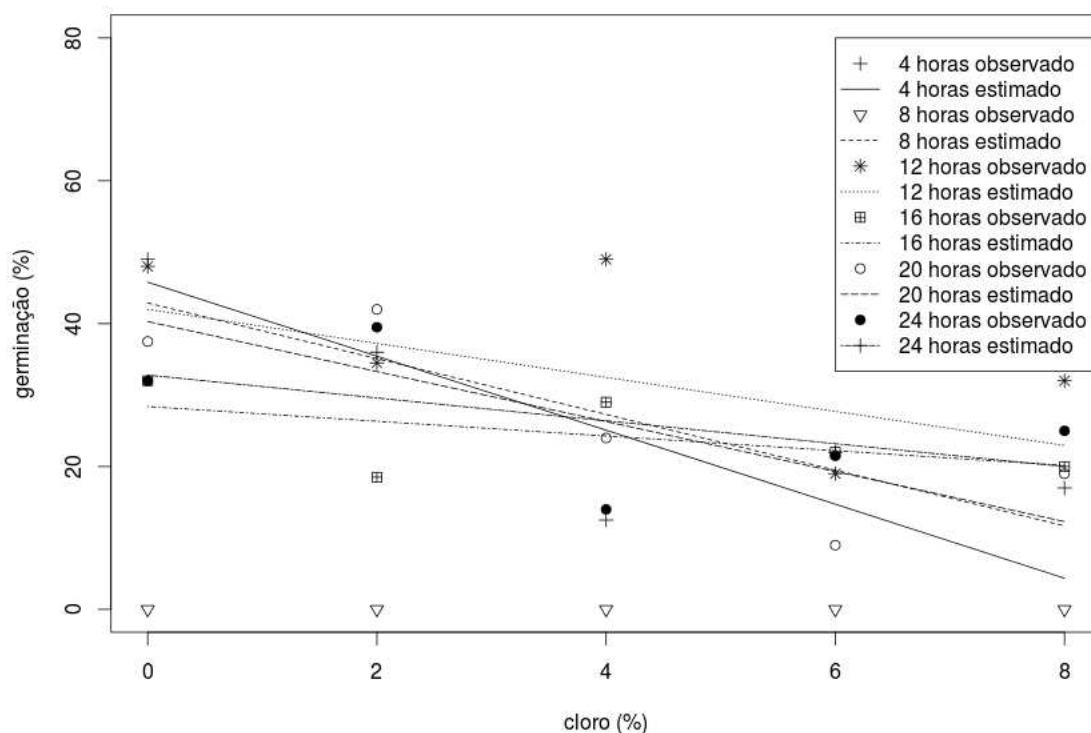


Figura 3. Germinação, aos 35 dias, de sementes de mamão, em função da concentração de cloro e do tempo de embebição em solução de hipoclorito de sódio.

Houve aumento da germinação em todos os tratamentos na avaliação aos 35 dias, ao se comparar com os resultados obtidos aos 30 dias. Embora haja diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade em alguns tratamentos quando comparada a germinação realizada aos 30 e 35 dias (resultados parcialmente apresentados), os tratamentos 3 e 4 continuaram em destaque, apresentando maiores valores na germinação total (Tabela 6).

Tabela 6. Germinação, aos 30 e 35 dias, de sementes de mamão submetidas aos diferentes controles.

Tratamentos	Germinação (%)		Germinação (%)	
	30 dias		35 dias	
1	27,0	A	45,0	B
2	34,0	A	43,0	A
3	79,0	A	80,5	A
4	75,5	A	84,0	A

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com as Regras para análise de sementes (Brasil, 2009), a primeira contagem para sementes de mamão deve ser efetuada aos 7 dias a partir da montagem do teste de germinação. No entanto, a avaliação nestas condições não possibilitou a comparação dos tratamentos, por não ter ocorrido o início da germinação em todos os

tratamentos avaliados. Logo, observa-se, nas condições em que foram realizados os ensaios, que o ideal foi a realização da primeira contagem aos 15 dias, por possibilitar a diferenciação entre os tratamentos. Na literatura, vários autores (Tokuhisa et al., 2007a; Tokuhisa et al., 2008; Dias et al., 2012) tem realizado a primeira contagem vários dias após os sete considerado ideal pelas Regras para análise de sementes (Brasil, 2009).

Na Tabela 7 são apresentados e comparados os resultados de germinação, aos 15 dias, dos diferentes tratamentos em relação aos controles.

Tabela 7. Primeira contagem, aos 15 dias, do teste de germinação de sementes de mamão submetidas aos diferentes tratamentos.

T	Germinação (%)		T	Germinação (%)		T	Germinação (%)		T	Germinação (%)	
1	1,5		2	1,0		3	29,5		4	41,5	
5	1,5	ns	5	1,5	ns	5	1,5	-	5	1,5	-
6	0	ns	6	0	ns	6	0	-	6	0	-
7	2,5	ns	7	2,5	ns	7	2,5	-	7	2,5	-
8	0,5	ns	8	0,5	ns	8	0,5	-	8	0,5	-
9	0	ns	9	0	ns	9	0	-	9	0	-
10	0,5	ns	10	0,5	ns	10	0,5	-	10	0,5	-
11	0	ns	11	0	ns	11	0	-	11	0	-
12	0	ns	12	0	ns	12	0	-	12	0	-
13	0,5	ns	13	0,5	ns	13	0,5	-	13	0,5	-
14	1,0	ns	14	1,0	ns	14	1,0	-	14	1,0	-
15	0	ns	15	0	ns	15	0	-	15	0	-
16	0	ns	16	0	ns	16	0	-	16	0	-
17	0	ns	17	0	ns	17	0	-	17	0	-
18	0,5	ns	18	0,5	ns	18	0,5	-	18	0,5	-
19	1,0	ns	19	1,0	ns	19	1,0	-	19	1,0	-
20	0	ns	20	0	ns	20	0	-	20	0	-
21	0	ns	21	0	ns	21	0	-	21	0	-
22	0	ns	22	0	ns	22	0	-	22	0	-
23	0,5	ns	23	0,5	ns	23	0,5	-	23	0,5	-
24	0	ns	24	0	ns	24	0	-	24	0	-
25	0	ns	25	0	ns	25	0	-	25	0	-
26	0	ns	26	0	ns	26	0	-	26	0	-
27	0,5	ns	27	0,5	ns	27	0,5	-	27	0,5	-
28	0	ns	28	0	ns	28	0	-	28	0	-
29	0	ns	29	0	ns	29	0	-	29	0	-
30	0	ns	30	0	ns	30	0	-	30	0	-
31	0	ns	31	0	ns	31	0	-	31	0	-
32	0	ns	32	0	ns	32	0	-	32	0	-
33	0	ns	33	0	ns	33	0	-	33	0	-
34	0	ns	34	0	ns	34	0	-	34	0	-

- Significativo e inferior em relação ao controle na coluna, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

ns Não significativo em relação ao controle na coluna.

Na Tabela 8 são apresentados e comparados os resultados de germinação, aos 15 dias, dos diferentes controles entre si.

Tabela 8. Primeira contagem, aos 15 dias, do teste de germinação de sementes de mamão submetidas aos diferentes controles.

Controles	Médias	
1	1,50	B
2	1,00	B
3	29,50	A
4	41,50	A

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que os tratamentos 3 e 4 proporcionaram que as sementes originassem plântulas vigorosas (Tabela 7 e 8), com destaque para o tratamento 4 que, embora não tenha diferido na germinação aos 30 dias (Tabela 4) e aos 15 dias (Tabela 8), do tratamento 3, destaca-se devido à significativa redução do uso de água.

Embora o hipoclorito de sódio tenha retirado parcial ou totalmente a sarcotesta, dependendo da concentração e tempo de embebição, provavelmente nas concentrações, tempos de embebição e proporção utilizados no presente trabalho houve efeito tóxico no embrião. Sugere-se a realização de novos trabalhos com hipoclorito de sódio variando-se a concentração, tempo e a proporção, visando melhoria da qualidade das sementes.

Conclusões

O hipoclorito de sódio removeu parcial ou totalmente a sarcotesta, sem favorecer a germinação.

A remoção da sarcotesta pelo método da peneira não é suficiente para que ocorra a germinação potencial do lote.

Após a retirada da sarcotesta pelo método da peneira, recomenda-se a imersão das sementes em água parada por 24 horas, sendo uma alternativa para a recomendação pelas Regras para análise de sementes devido à economia de água e facilidade do trabalho.

A primeira contagem deve ser realizada aos 15 dias após início do teste de germinação.

Referências

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; BALBINOT, E.; NUNES, G. H. S. Qualidade fisiológica de sementes de mamão após o armazenamento dos frutos e de sementes. **Caatinga**, v.20, n.3, p.136-143, 2007.

<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/download/474/192>

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

CARLESSO, V. O.; BERBET, P. A.; SILVA, R. F.; THIÉBAUT, J. T. L.; OLIVEIRA, M. T. R. Germinação e vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden secadas em altas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.228-235, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n2/v31n2a27.pdf>

DIAS, M. A.; SEDIYAMA, C. A. Z.; SOUZA NETO, J. D.; CONCEIÇÃO, P. M.; TOREZANI, S. C. Resposta fisiológica de sementes de mamão submetidas ao condicionamento osmótico. **Revista Caatinga**, v.25, n.4, p.82-87, 2012.

http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2389/pdf_30

LEONEL, S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Influência da alternância de temperatura e tratamentos com GA₃, na germinação de sementes de mamoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.19, n.1, p.68-72, 1998.

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4233/4519>

MELO, A. P. C.; SELEGUINI, A. Estádio de maturação de frutos e remoção física da sarcotesta na produção de mudas de mamão. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.1, p.20-25, 2013. <http://comunicata.ufpi.br/index.php/comunicata/article/view/230/163>

R CORE TEAM (2013). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. <http://www.R-project.org/>

RUBIM, R. F.; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, E. F.; VIANA, A. P.; COELHO, F. C. Tratamento com hipoclorito de sódio para remoção do pergaminho e aceleração da germinação de sementes de café conilon. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.88-98, 2010. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n4/10.pdf>

SCHMILDT, E. R.; FRONZA, V.; DIAZ, J. L. S.; UNÊDA, S. H.; ALVARENGA, E. M. Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de mamoeiro (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.147-151, 1993. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1993/v15n2/artigo01.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Época de colheita dos frutos e ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.75-80, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n2/a10v30n2.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.131-139, 2007a. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/18.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; HILST, P. C.; DEMUNER, A. J. Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.180-188, 2007b. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n3/a22v29n3.pdf>

3. ARTIGO 2

Proporção de sementes e solução de hipoclorito de sódio no processo germinativo de sementes de mamão

Resumo – A sarcotesta afeta negativamente o processo germinativo das sementes de mamão e sua retirada tem sido realizada comumente de maneira manual. Os procedimentos manuais, além de morosos, são inviáveis para um grande número de sementes. O uso do hipoclorito de sódio pode ser uma alternativa à remoção manual da sarcotesta em sementes de mamão. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de cloro ativo (0, 2, 4, 6 e 8%), durante 24 horas de imersão, em diferentes proporções (10:200, 50:200, 100:200, 200:200, 300:200, 400:200, 500:200 e 600:200) entre sementes (número) e volume (mL) da solução de hipoclorito de sódio respectivamente, visando identificar a melhor combinação para a retirada efetiva da sarcotesta de forma a contribuir no processo germinativo. Foi determinada a germinação, calculando-se a porcentagem de plântulas normais, aos 15 e 30 dias após a montagem do teste. Empregou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com quatro repetições. Para as variáveis quantitativas, que apresentaram efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, foi realizada a análise de regressão. Conclui-se que a imersão de sementes de mamão na proporção de 10 sementes por 200 mL de solução de NaOCl (10:200 ou seja, 20 mL de solução por semente), na concentração de 2%, por 24 horas, pode ser uma alternativa para a retirada da sarcotesta em sementes recém-colhidas, pois, além da retirada efetiva da sarcotesta, favorece a germinação.

Termos para indexação – *Carica papaya*; germinação; NaOCl.

Proportion of seeds and sodium hypochlorite solution on germination process of papaya seeds

Abstract – The sarcotesta affects negatively the germination of papaya seeds and its removal has been, commonly, performed manually. The manual procedures and the time spent are infeasible for a large number of seeds. The use of sodium hypochlorite can be an alternative to manual removal of sarcotesta in papaya seeds. The objective of this study was to evaluate the effect of different active chlorine concentrations (0, 2, 4, 6 and 8%) during 24 hours of immersion, in different proportions (10:200, 50:200, 100:200, 200:200, 300:200, 400:200, 500:200 and 600:200) between seeds number and solution volume (mL), to identify the best combination for the effective removal of the sarcotesta to improve the germination process. The germination was determined, considering the normal seedlings percentage, at 15 and 30 days after the beginning of the germination test. It was used the completely randomized design with four replications. Regression analysis was performed for quantitative variables with significant effect by F test at 5% probability. It can be concluded that papaya seeds immersion in the proportion of 10 seeds per 200 mL of NaOCl solution (10:200, i.e. 20 mL of solution per seed), at a 2% sodium hypochlorite concentration during 24 hours of imbibition, can be used as an alternative for the removal of the sarcotesta for freshly harvested papaya seeds, because besides the effective removal of the sarcotesta, this technique improves the germination process.

Index terms – *Carica papaya*; germination; NaOCl.

Introdução

O mamão ocupa lugar de destaque entre as mais importantes frutas tropicais cultivadas no Brasil e no mundo. Esse fato se deve às grandes possibilidades de utilização do produto, principalmente, devido a sua composição. No entanto, a escassez de conhecimento sobre a espécie tem reflexo direto na sua produção, acarretando alto custo das sementes e, conseqüentemente, elevado custo de produção, o que afeta o produto final.

Estudos tem mostrado que a presença da exotesta, também denominada de sarcotesta, afeta negativamente o processo germinativo das sementes de mamão (Schmidt et al., 1993; Tokuhisa et al., 2007; Tokuhisa et al., 2008; Melo e Seleguini, 2013). Comumente, a retirada da sarcotesta tem sido realizada manualmente, empregando-se fricção das sementes em peneiras sob água corrente (Santos et al., 2009; Melo e Seleguini, 2013), fricção com areia grossa (Melo e Seleguini, 2013) ou mesmo esfregação com escova de cerdas plásticas (Melo e Seleguini, 2013). Os procedimentos manuais, muitas vezes empregados em grandes empresas do setor mamoeiro por falta de alternativa, além de morosos, são inviáveis para um grande número de sementes.

O uso do hipoclorito de sódio pode ser uma alternativa à remoção manual da sarcotesta em sementes de mamão. Além da retirada da sarcotesta, o hipoclorito de sódio pode atuar na esclerotesta ou parte desta, favorecendo a germinação de sementes recém-colhidas. Adicionalmente, o hipoclorito de sódio apresenta efeito benéfico na desinfecção das sementes (Zito et al., 1995; Picolotto et al., 2007; Brasil, 2009). Neste contexto, Souza et al. (2011) relataram que o hipoclorito de sódio, em concentrações entre 4 e 6%, foram eficientes na desinfestação e influenciaram positivamente a germinação de guabijuzeiro.

Smiderle e Schwengber (2011) indicam a imersão de sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) em hipoclorito de sódio, na concentração de 2,5% de cloro ativo durante um minuto, pois este procedimento influencia na prevenção da deterioração das sementes, facilita a embebição e resulta em germinação e emergência mais rápidas.

O hipoclorito de sódio vêm sendo recomendado por vários autores (Dias e Barros, 1993; Sofiatti et al., 2008; Rubim et al., 2010 e Lima et al., 2012) em concentrações que variam de 3 a 6% de cloro ativo por três horas de embebição, para degradação do endocarpo em sementes de cafeeiro. Segundo os autores, além de

degradar o pergaminho de maneira eficiente, a porcentagem e a velocidade de germinação são semelhantes a remoção manual do pergaminho.

Pesquisas envolvendo o uso de hipoclorito de sódio tem revelado seu efeito positivo no processo germinativo de sementes. Noletto et al. (2010) indicam o uso do hipoclorito de sódio, na concentração de 2,5% de cloro ativo durante 60 minutos, em sementes de copaíba (*Copaifera Langsdorffii* Desf.), para produção de mudas em larga escala, uma vez que acelera a absorção de água pela semente, além de apresentar propriedades antissépticas.

As Regras para análise de sementes (Brasil, 2009) recomendam imergir sementes de *Acacia* spp. e *Oryza sativa* em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% (10% de uma solução comercial de 5% de princípio ativo), por 16-24 horas, para a quebra de dormência das sementes.

Tokuhisa et al. (2007), ao estudarem sementes de mamão sem sarcotesta imersas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 1, 2, 3, 4 e 5 horas, observaram acréscimo na germinação apenas quando imersas por 5 horas.

No entanto, há controvérsia quanto à utilização do hipoclorito de sódio. Carnelossi et al. (1995) não recomendam a utilização do hipoclorito de sódio com 2% de cloro ativo, diluído em água na proporção de 1:24, para a desinfecção de sementes de alface, por ter provocado a inibição da germinação, devido ao seu efeito escarificante.

Devido a escassez de informação sobre o uso do hipoclorito de sódio em sementes de mamão, pré-testes foram realizados e os resultados preliminares ao presente estudo, utilizando o hipoclorito de sódio, mostraram a eficiência do cloro ativo na retirada da sarcotesta em sementes de mamão e elevada germinação em sementes recém-colhidas, sendo um produto potencial para substituir a retirada manual da sarcotesta.

Embora existam vários relatos do benefício da solução de hipoclorito de sódio em sementes de várias espécies, é importante ressaltar que o conhecimento da proporção de solução de hipoclorito de sódio para determinada quantidade de sementes, assim como a concentração de cloro ativo da solução e o tempo de embebição, é de extrema importância para caracterização da metodologia a ser empregada.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes proporções entre sementes e solução de hipoclorito de sódio, com diferentes concentrações de cloro ativo, visando identificar a melhor combinação para a retirada efetiva da sarcotesta em sementes de mamão, de forma a contribuir no processo germinativo.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram empregadas sementes de mamão do grupo “Solo”, variedade Golden. Os frutos foram colhidos no estágio um de maturação, até 15% da casca com coloração amarela, e foram armazenados por três dias, ocasião em que toda a casca apresentou a coloração amarela. Os frutos foram partidos no sentido longitudinal e as sementes extraídas manualmente com auxílio de uma colher, sendo as sementes de todos os frutos homogeneizadas e selecionadas quanto à integridade, tamanho e coloração. Em seguida, avaliou-se o teor de água das sementes e iniciaram-se os tratamentos.

A determinação do teor de água foi realizada utilizando-se quatro repetições de 100 sementes, pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

As sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) nas concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8% de cloro ativo, por 24 horas, nas proporções de 10:200; 50:200; 100:200; 200:200; 300:200; 400:200; 500:200 e 600:200, o que equivalem a 20; 4; 2; 1; 0,7; 0,5; 0,4 e 0,3 mL de solução por semente.

As concentrações de cloro ativo foram obtidas por meio da diluição do hipoclorito de sódio comercial em água destilada. A imersão das sementes foi realizada em caixas plásticas transparentes para germinação, sob telado (para garantir o total contato das sementes com o líquido), utilizando-se as diferentes proporções. As caixas, foram mantidas em sala climatizada à temperatura constante de 18 °C. No início e em intervalos de quatro horas aferiu-se a temperatura da solução nas diferentes proporções e também na proporção 0:200, utilizando-se termômetro Incoterm com escala de 10 – 60 °C com divisão de 1 °C. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente durante 60 segundos, para eliminação do resíduo de hipoclorito de sódio nas sementes.

Após os tratamentos, avaliou-se a qualidade fisiológica das sementes pelo teste de germinação e pela primeira contagem do referido teste. Para o teste de germinação, seguiram-se as recomendações das Regras para análise de sementes (Brasil, 2009), conduzido em câmara tipo B.O.D. com temperaturas alternadas de 20 e 30 °C, sendo 16 horas no escuro e oito horas de exposição à luz, respectivamente. Empregaram-se rolos de papel tipo germitest, umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos dentro de sacos plásticos, com a

finalidade de manter a umidade. Foi determinada a germinação, calculando-se as porcentagens de plântulas normais aos 15 e 30 dias após a instalação do teste. Foram consideradas normais as plântulas que atingiram comprimento total de 2,5 cm e apresentaram todas as estruturas essenciais completas e íntegras.

O experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, sendo cada tratamento constituído de quatro repetições, em que cada repetição foi composta da média de duas determinações. Para o estudo da germinação, os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 5 x 8, ou seja, cinco concentrações de NaOCl (0, 2, 4, 6 e 8% de cloro ativo) e oito diferentes proporções considerando o número de sementes por volume (mL) de solução (10:200, 50:200, 100:200, 200:200, 300:200, 400:200, 500:200 e 600:200).

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade de variância e, a seguir, à análise de variância. Foi utilizado o teste F a 5% de probabilidade. Para as variáveis quantitativas, que apresentaram efeito significativo pelo teste F, foi realizada a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas empregando o R (R Core Team, 2013).

Resultados e discussão

O teor de água inicial das sementes, determinado logo após a sua extração, foi de 78,1%.

Na Tabela 1 são apresentadas as médias de temperatura para os diferentes tratamentos. A temperatura foi obtida diretamente junto à solução de hipoclorito de sódio, considerando-se as diferentes proporções (número de semente por 200 mL de solução), concentração (cloro ativo, %) e tempo de embebição (horas).

Tabela 1. Temperaturas médias da solução de hipoclorito de sódio contendo as sementes de mamão a partir das diferentes proporções, concentrações e tempos de embebição.

Proporção n° sementes/ 200 mL solução	Concentração cloro ativo, %	Tempo (horas)						
		0	4	8	12	16	20	24
0	0	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,5	19,5
10	0	20,0	20,0	20,0	19,5	19,0	19,5	19,5
50	0	20,0	20,0	20,0	19,5	19,0	19,5	19,5
100	0	20,0	20,0	20,0	19,5	19,0	19,5	19,5
200	0	20,0	20,0	20,0	19,5	19,0	19,5	19,5

300	0	20,0	20,0	20,0	19,5	19,0	19,5	19,5
400	0	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,5	19,5
500	0	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,5	19,5
600	0	21,5	20,0	20,0	19,0	19,0	19,5	19,5
0	2	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	20,0	19,5
10	2	20,0	20,0	20,0	19,5	19,5	20,0	19,5
50	2	19,5	20,0	20,0	19,5	19,5	20,0	20,0
100	2	19,5	19,5	20,0	19,5	19,5	20,0	20,0
200	2	19,5	20,0	20,0	20,0	19,5	20,0	20,0
300	2	20,5	20,5	20,5	20,0	19,5	20,0	20,0
400	2	20,5	20,5	20,5	20,0	19,5	20,0	20,0
500	2	21,0	21,0	20,5	20,0	19,5	20,0	20,0
600	2	21,0	21,0	20,5	19,5	19,5	20,0	20,0
0	4	20,0	20,0	19,5	19,0	19,0	19,5	19,5
10	4	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,5	19,5
50	4	20,0	20,0	20,0	19,5	19,5	20,0	20,0
100	4	20,5	20,0	20,0	19,5	19,5	20,0	20,0
200	4	20,5	20,0	20,0	19,5	20,0	20,5	20,5
300	4	21,0	21,0	20,0	20,0	20,0	20,5	20,5
400	4	21,0	21,0	20,5	20,0	20,0	20,5	20,5
500	4	21,0	21,0	21,0	20,0	20,0	20,5	20,5
600	4	21,0	21,0	21,0	20,0	20,0	20,5	20,5
0	6	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,5	19,5
10	6	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,5	19,5
50	6	20,0	20,0	20,0	19,5	19,5	20,0	20,0
100	6	20,5	20,0	20,0	19,5	19,5	19,5	19,5
200	6	21,0	20,0	20,0	20,0	20,0	21,0	21,0
300	6	21,0	21,0	20,5	20,5	20,5	21,0	21,0
400	6	21,0	21,0	21,0	20,5	20,5	21,0	21,0
500	6	21,5	21,5	21,0	20,5	20,0	20,5	20,5
600	6	22,0	22,0	21,0	20,5	20,0	20,5	20,5
0	8	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	20,0	20,0
10	8	20,0	20,0	20,0	19,5	19,5	20,0	20,0
50	8	19,5	19,5	20,0	19,5	19,5	20,0	20,0
100	8	21,0	20,0	20,0	19,5	20,0	20,5	20,5
200	8	21,0	20,5	20,5	20,0	20,5	21,0	21,0
300	8	21,0	21,0	21,0	21,0	21,5	21,5	21,0
400	8	21,0	21,0	21,5	21,5	21,5	21,5	21,0
500	8	21,0	21,0	21,5	21,5	21,5	21,5	21,0
600	8	21,5	21,5	21,5	20,5	20,5	21,0	21,0

A temperatura da solução tende a aumentar com maior proporção (maior o número de sementes para um mesmo volume de solução), o que pode ser explicado pela aceleração no processo de oxidação, elevando a temperatura da solução. Além disso, a temperatura da solução tende a aumentar com maiores concentrações de cloro ativo. O cloro é um agente sanitizante que é utilizado na forma líquida como hipoclorito de sódio (NaOCl). Embora o cloro seja pouco solúvel, ele reage com a água produzindo ácido hipocloroso (HOCl) e mantendo em solução o íon hipoclorito (OCl⁻), que são as formas ativas oxidantes (Resende et al., 2004). O processo oxidativo requer oxigênio numa razão molar proporcional ao gás carbônico liberado, sendo que a redução da disponibilidade de oxigênio pode causar a fermentação (Maistro, 2001). Para Meyer (1994), o cloro e seus compostos são fortes agentes oxidantes, sua utilização promove tanto a desinfecção (destruição dos microrganismos patogênicos), quanto a oxidação (alteração das características pela oxidação dos compostos existentes). Segundo Donini et al. (2005), o mecanismo de ação do cloro ativo não é bem conhecido. Contudo, altas concentrações de cloro contribuem ainda mais para que a reação ocorra de forma rápida, resultando num aumento da temperatura da solução.

Como discutido anteriormente, uma maior proporção pode ter acelerado a reação de oxidação, uma vez que a velocidade da reação depende diretamente da concentração de cloro ativo e da concentração de matéria orgânica, no caso a proporção de sementes de mamão. À medida que a reação ocorre, há consumo de matéria orgânica e a temperatura tende a diminuir.

A temperatura da solução tende a ser maior no início do tempo de embebição e, à medida que o tempo passa, a reação ocorre havendo um consumo de cloro, acarretando na queda da temperatura, chegando a uma variação de 2 °C. É possível também que, com o passar do tempo, tenha havido uma redução no teor de cloro ativo, devido à degradação natural pela exposição a luz, contato com material orgânico, temperatura, dentre outros, desacelerando as reações que desencadearam um aumento da temperatura da solução.

O aumento da temperatura poderia ser um fator que comprometesse a germinação das sementes. No entanto, praticamente não houve variação de temperatura, sendo que, a maior temperatura registrada neste trabalho não ultrapassou 22 °C, logo não afetou a germinação das sementes. Segundo Carlesso et al. (2009), sementes de mamão com teor de água inicial de 53% tiveram o vigor comprometido ao serem submetidas à temperatura de 58 °C, porém a germinação não foi afetada.

Na Tabela 2 é apresentada a análise de variância dos dados de germinação, a partir das diferentes proporções (número de sementes por 200 mL de solução) e concentração (cloro ativo, %), após 24 horas de embebição. A interação entre proporção e concentração foi significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Análise de variância do efeito da proporção e da concentração na germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Proporção (P_o)	7	3417,00	488,00	115,10*	<0,001
Concentração (C_{cl})	4	25470,00	6367,00	1501,20*	<0,001
$P_o \times C_{cl}$	28	22098,00	789,00	186,10*	<0,001
Resíduo	120	509,00	4,00		
Total	159	51494,00			
Média	14,54				
CV (%)	14,17				

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

A equação 1 representa o modelo selecionado para avaliação do efeito dos fatores proporção (número de sementes por 200 mL de solução) e concentração (cloro ativo, %) na germinação, a partir da análise de regressão. O modelo foi escolhido tendo em conta o coeficiente de determinação (R^2) e a significância dos coeficientes de regressão.

$$G_e = 28,75 + 5,15C_{cl} - 1,11 \cdot 10^{-2} P_o - 0,95C_{cl}^2 \quad R^2 = 0,36 \quad (1)$$

Em que,

G_e = germinação, %;

C_{cl} = concentração de cloro ativo, %;

P_o = proporção, número de sementes por 200 mL de solução.

Na Figura 1 é apresentada a superfície de resposta para a germinação em função dos fatores proporção e concentração. Verificou-se que a máxima germinação tende a ocorrer para uma proporção de 10:200 (20 mL de solução por semente) em uma concentração de aproximadamente 2,7% de cloro ativo.

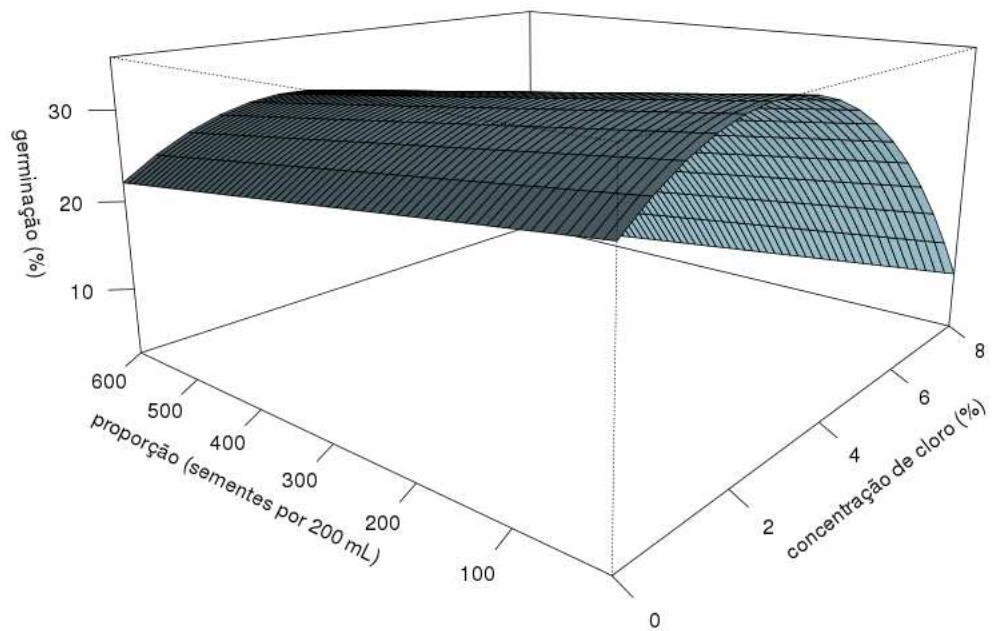


Figura 1. Superfície de resposta para a germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão, em função da proporção e da concentração de cloro.

Na Figura 2 são apresentados cortes na superfície de resposta para melhor visualização da influência dos fatores proporção e concentração na germinação.

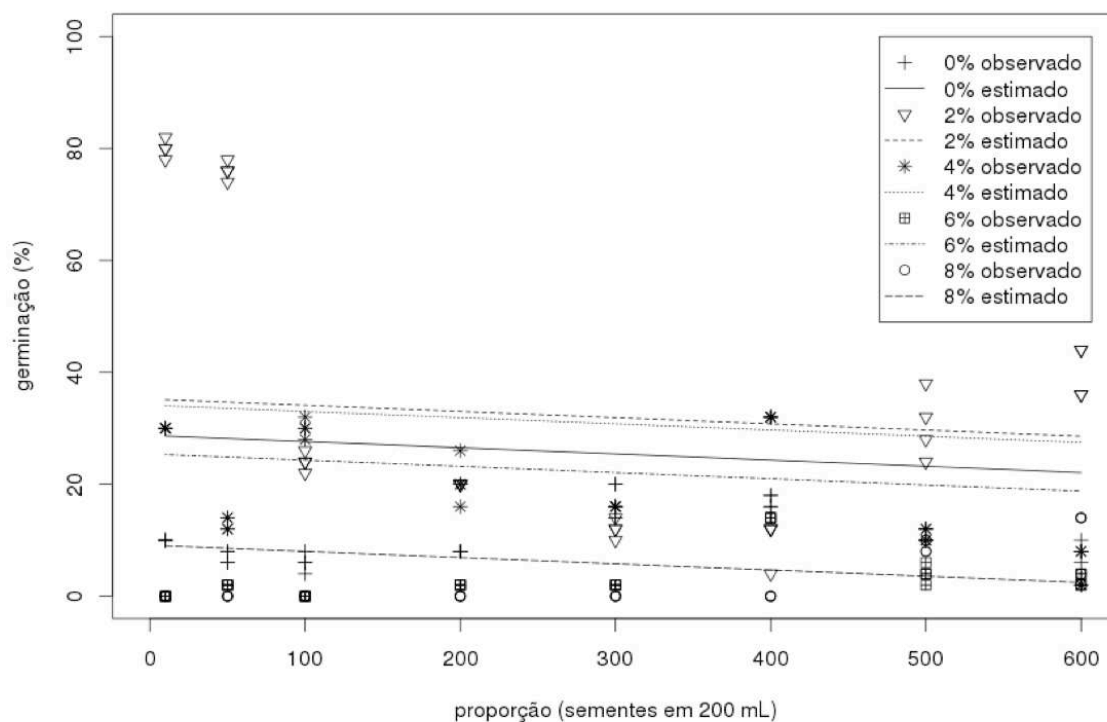


Figura 2. Cortes da superfície de resposta para a germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão, em função da proporção e da concentração de cloro.

A partir da análise da Figura 2 observou-se que a germinação tende a aumentar com a menor relação de proporção, ou seja, maior volume de solução por semente. Além disso, tende a ser maior em concentrações mais baixas.

Embora, segundo o modelo, a germinação não tenha ultrapassado 40%, é importante ressaltar que, nas proporções de 10:200 e 50:200, o que corresponde a 20 e 4 mL de solução por semente, para a concentração de 2% de cloro ativo, a germinação média foi de 80 e 76%, respectivamente. Os resultados obtidos nestes tratamentos podem ser considerados satisfatórios para sementes de mamão recém-colhidas.

Uma maior proporção tende a acelerar a reação de oxidação, fazendo com que esta seja mais intensa quando comparada com menores proporções; assim também ocorre com a concentração. No entanto, é possível que, com o passar do tempo, tenha havido uma redução no teor de cloro ativo, devido à degradação natural pelo contato com grande quantidade de material orgânico, fazendo com que em maiores proporções o cloro ativo não tenha sido suficiente para retirada da sarcotesta, não favorecendo a germinação. Entretanto, em proporções mais baixas, com concentração de cloro ativo de 2 e 4%, a germinação tende a ser maior (Figura 2), provavelmente, devido a uma quantidade suficiente para a retirada da sarcotesta em todas as sementes sem comprometer outras estruturas da semente, favorecendo assim a germinação. Nas

mesmas proporções, concentrações de 6 e 8% provavelmente foram prejudiciais ao embrião, reduzindo a germinação.

À medida que a reação de oxidação ocorre, há consumo de cloro e de matéria orgânica, o que pode ocasionar a eliminação da sarcotesta. Esta eliminação ocorre também durante um outro tipo de reação, a fermentação. Segundo Alves et al. (2009), a fermentação é um processo comumente utilizado em sementes, visando a eliminação de mucilagem em várias espécies. No entanto, um elevado processo oxidativo, devido ao aumento na concentração de cloro ativo por um tempo de 24 horas, pode danificar estruturas essenciais da semente, comprometendo assim a germinação.

De maneira geral, conforme se aumenta a proporção, ou seja quanto menor o volume de solução por semente, menos a sarcotesta será removida e menor será a germinação. Concentrações de cloro de 2 e 4%, independente da proporção, provavelmente não afetou o embrião, ou pelo menos de maneira drástica, uma vez que a germinação permaneceu maior que a do controle. Por outro lado, em concentrações de 6 e 8%, independente da proporção, houve provavelmente danos ao embrião, o que resultou em germinação abaixo do controle.

Na Tabela 3 é apresentado o resultado para a análise de variância dos dados experimentais da primeira contagem do teste de germinação, a partir das diferentes proporções (número de sementes por 200 mL de solução) e concentração (cloro ativo, %), após 24 horas de embebição. A interação entre proporção e concentração foi significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Análise de variância do efeito da proporção e da concentração na primeira contagem, aos 15 dias, do teste de germinação de sementes de mamão.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Proporção (P_o)	7	1977,00	282,40	408,30*	<0,001
Concentração (C_{cl})	4	1934,00	483,60	699,20*	<0,001
$P_o \times C_{cl}$	28	11222,00	400,80	579,40*	<0,001
Resíduo	120	83,00	0,70		
Total	159	15216,00			
Média	3,04				
CV (%)	27,38				

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

A equação 2 representa o modelo selecionado para avaliação do efeito dos fatores proporção (número de sementes por 200 mL de solução) e concentração (cloro

ativo, %) na primeira contagem, a partir da análise de regressão. O modelo foi escolhido tendo em conta o coeficiente de determinação (R^2) e a significância dos coeficientes de regressão.

$$G_e = 29,36 - 3,66 \cdot 10^{-2} P_o + 1,25 C_{cl} - 3,12 \cdot 10^{-2} C_{cl}^2 \quad R^2 = 0,32 \quad (2)$$

Em que,

G_e = germinação, %;

C_{cl} = concentração de cloro ativo, %;

P_o = proporção, número de sementes por 200 mL de solução.

Na Figura 3 é apresentada a superfície de resposta para a primeira contagem em função dos fatores proporção e concentração. Verificou-se que a máxima germinação tende a ocorrer para uma proporção de 10:200 em uma concentração de aproximadamente 1,3% de cloro ativo.

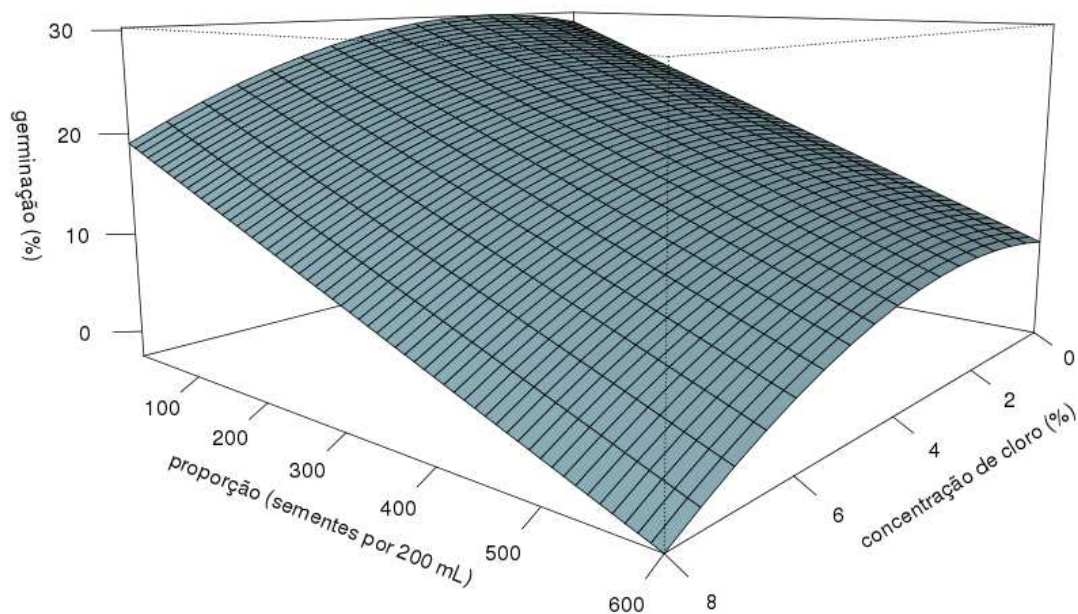


Figura 3. Superfície de resposta para a primeira contagem, aos 15 dias, do teste de germinação de sementes de mamão, em função da proporção e da concentração de cloro.

Na Figura 4 são apresentados cortes da superfície de resposta para uma melhor visualização de influência dos fatores proporção e concentração na primeira contagem, para os diferentes níveis dos fatores.

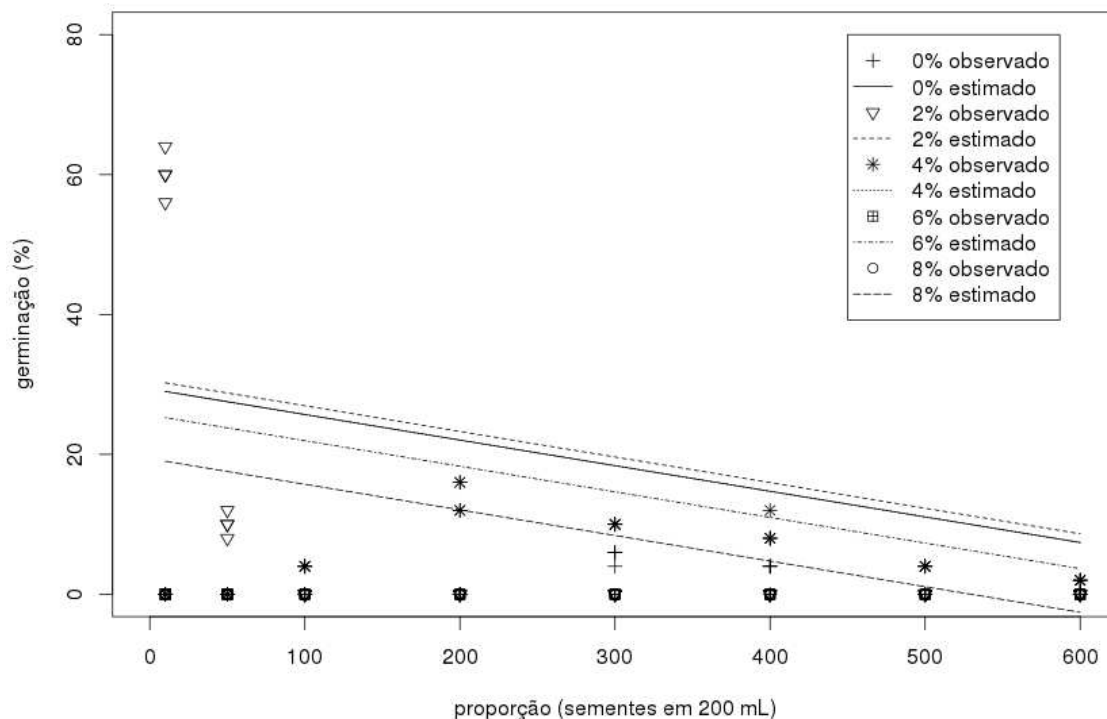


Figura 4. Cortes da superfície de resposta para a primeira contagem, aos 15 dias, do teste de germinação de sementes de mamão, em função da proporção e da concentração de cloro.

A partir da análise da Figura 4 observou-se que a germinação na primeira contagem tende a aumentar com a menor relação de proporção. Além disso, tende a ser maior em concentrações mais baixas sendo similar ao comportamento obtido na germinação aos 30 dias.

Segundo o modelo, a germinação não ultrapassou 40%. No entanto, é importante ressaltar que, na proporção de 10:200, o que corresponde a 20 mL de solução por semente, para a concentração de 2% de cloro ativo, a germinação média foi de 60%. O resultado obtido neste tratamento pode ser considerado satisfatório para sementes de mamão recém-colhidas.

Embora uma maior proporção e concentração tendem acelerar a reação de oxidação, conforme discutido anteriormente, com a redução no teor de cloro, devido à degradação natural, este não foi suficiente para retirada da sarcotesta acarretando baixo

vigor das sementes pelo teste de primeira contagem. Enquanto em proporções mais baixas, mesmo com baixa concentração de cloro ativo (2%), a germinação no teste de primeira contagem tende a ser maior (Figura 4), provavelmente, devido a uma quantidade suficiente para a retirada da sarcotesta em todas as sementes sem comprometer outras estruturas da semente, favorecendo assim a germinação aos 15 dias.

Observa-se que o uso do hipoclorito de sódio na concentração de 2% de cloro ativo, na proporção de 10:200 (número de sementes por 200 mL de solução), ou seja, 20 mL de solução por semente, após 24 horas de embebição, pode ser uma alternativa à remoção manual da sarcotesta em sementes de mamão recém-colhidas, pois, além da retirada da sarcotesta, atuou favorecendo o processo germinativo, tanto no teste de primeira contagem aos 15 dias, quanto na germinação total aos 30 dias após instalação do teste, com germinação de 60 e 80% respectivamente.

Conclusão

A utilização de 20 mL de solução de hipoclorito de sódio por semente, na concentração de 2% de cloro ativo, durante 24 horas, é uma alternativa para a retirada manual da sarcotesta em sementes de mamão.

Referências

- ALVES, E. U.; SILVA, K. B.; GONÇALVES, E. P.; CARDOSO, E. A.; ALVES, A. U. Germinação e vigor de sementes de *Talisia esculenta* (St. Hil) Radlk em função de diferentes períodos de fermentação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.4, p.761-770, 2009. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4071/3379>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CARLESSO, V. O.; BERBET, P. A.; SILVA, R. F.; THIÉBAUT, J. T. L.; OLIVEIRA, M. T. R. Germinação e vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden secadas em altas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.228-235, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n2/v31n2a27.pdf>
- CARNELOSSI, M. A. G.; LAMOUNIER, L.; RANAL, M. A. Efeito da luz, hipoclorito de sódio, escarificação e estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), c.v. maioba e moreninha-de-uberlândia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.6, p.779-787, 1995. <http://www.seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/download/4362/1648>
- DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Avaliação de métodos para remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.191-195, 1993. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1993/v15n2/artigo09.pdf>
- DONINI, L. P.; FERREIRA-MOURA, I.; GUISSO, A. P.; SOUZA, J. A.; VIÉGAS, J. Preparo de lâminas foliares de aráceas ornamentais: desinfestação com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.4, p.517-522, 2005. http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v72_4/donini.PDF

LIMA, J. S.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; DIAS, L. A. S.; DIAS, D. C. F. S.; RENA, F. C. Uso da reidratação e do hipoclorito de sódio para acelerar a emergência de plântulas de cafeeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, p.327-333, 2012. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v34n2/19.pdf>

MAISTRO, L. C. Alface minimamente processada: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v.14, n.3, p.219-224, 2001. <http://www.scielo.br/pdf/rn/v14n3/7788.pdf>

MELO, A. P. C.; SELEGUINI, A. Estádio de maturação de frutos e remoção física da sarcotesta na produção de mudas de mamão. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.1, p.20-25, 2013. <http://comunicata.ufpi.br/index.php/comunicata/article/view/230/163>

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v.10, n.1, p.99-110, 1994. <http://www.scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11.pdf>

NOLETO, L. G.; PEREIRA, M. F. R.; AMARAL, L. I. V. Alterações estruturais e fisiológicas em sementes de *Copaifera Langsdorffii* Desf. – Leguminosae-Caesalpinioideae submetidas ao tratamento com hipoclorito de sódio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p.45-52, 2010. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n1/v32n1a05.pdf>

PICOLOTTO, L.; SCHUCH, M. W.; SOUZA, J. A.; SILVA, L. C; FERRI, J.; FACHINELLO, J. C. Efeito do hipoclorito de sódio, fotoperíodo e temperatura no estabelecimento *in vitro* de jabuticabeira. **Scientia Agraria**, v.8, n.1, p.19-23, 2007. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/995/99516333002.pdf>

R CORE TEAM (2013). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. <http://www.R-project.org/>

RESENDE, J. M.; FIORI, J. E.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R.; BOTREL, N. Processamento do palmito de pupunheira em agroindústria artesanal – uma atividade rentável e ecológica. **Embrapa Agrobiologia**, v.1, n.1, p.01-07, 2004.

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pupunha/PalmitoPupunheira/higiene.htm>

RUBIM, R. F.; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, E. F.; VIANA, A. P.; COELHO, F. C. Tratamento com hipoclorito de sódio para remoção do pergaminho e aceleração da germinação de sementes de café conilon. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.88-98, 2010. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n4/10.pdf>

SANTOS, S. A.; SILVA, R. F.; PEREIRA, M. G.; ALVES, E.; MACHADO, J. C.; BORÉM, F. M.; GUIMARÃES, R. M.; MARQUES, E. R. Estudos morfo-anatômicos de sementes de dois genótipos de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.116-122, 2009.

<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n2/v31n2a13.pdf>

SCHMILDT, E. R.; FRONZA, V.; DIAZ, J. L. S.; UNÊDA, S. H.; ALVARENGA, E. M. Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de mamoeiro (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 147-151, 1993. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1993/v15n2/artigo01.pdf>

SMIDERLE, O. J.; SCHWENGBER, L. A. M. Superação da dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.407-414, 2011. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n3/03.pdf>

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. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a19v30n1.pdf>

SOUZA, L. S.; FIORI, C. S.; SOUZA, P. V. D. SCHWARZ, S. F. Desinfestação de sementes e multiplicação in vitro de guabijuzeiro a partir de segmentos apicais juvenis (*Myrcianthes pungens* O. Berg) D. Legrand. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.691-697, 2011. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n3/aop08211.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Época de colheita dos frutos e ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 75-80, 2008.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n2/a10v30n2.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.131-139, 2007.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/18.pdf>

ZITO, R. K.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J. L. L.; ROCHA, V. S. Hipoclorito de sódio e álcool na esterilização superficial de sementes de soja. **Revista Ceres**, v.42, n.244, p.637-643, 1995.
<http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V42N244P05895.pdf>

4. ARTIGO 3

Uso do hipoclorito de sódio para retirada da sarcotesta de sementes de mamão: estudos anatômicos e das alterações provocadas

Resumo – A presença da sarcotesta em sementes de *Carica papaya* afeta negativamente o processo germinativo e sua retirada tem sido realizada comumente de maneira manual por falta de alternativas viáveis. O uso do hipoclorito de sódio pode ser uma alternativa à remoção manual. Objetivou-se com este trabalho estudar as estruturas anatômicas e a germinação de sementes de mamão da variedade Golden, submetidas à solução de hipoclorito de sódio em diferentes proporções e concentrações de cloro ativo. Para isto foram desenvolvidos dois ensaios. No primeiro ensaio, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio em diferentes concentrações de cloro ativo (0, 2, 4, 6 e 8%) por um período de 12 horas, na proporção de 600 sementes por 200 mL de solução (0,3 mL por semente). Também foram avaliadas sementes intactas e sementes submetidas ao método da peneira, acrescido de 24 horas em água parada. No segundo ensaio, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2% de cloro ativo por um período de 24 horas em diferentes proporções entre sementes (número) por volume (mL) de solução (10:200; 200:200; 400:200 e 600:200), além da concentração 0% por 24 horas na proporção de 10 sementes por 200 mL de solução e sementes submetidas ao método da peneira, acrescido de 24 horas em água parada. O efeito dos tratamentos foi avaliado pelo teste de germinação, e pela caracterização anatômica por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os estudos anatômicos permitiram identificar que o hipoclorito de sódio não foi suficiente para retirar totalmente a sarcotesta, mas danificou a mesma. Estes resultados foram confirmados pelo baixo índice de germinação observado no primeiro ensaio, contrastando com o método da peneira acrescido de 24 horas em água parada que apresentou germinação superior a 75%. Entretanto, no segundo ensaio, para proporção de 10 sementes por 200 mL de solução de hipoclorito de sódio, o endosperma e o embrião não foram afetados, resultando em uma porcentagem de germinação de 80%. Logo, o hipoclorito de sódio, em proporções de 10 sementes por 200 mL, na concentração de 2% de cloro ativo por 24 horas pode ser uma alternativa à retirada manual da sarcotesta.

Termos para indexação – *Carica papaya* L.; anatomia; NaOCl; microscopia eletrônica de varredura.

Use of sodium hypochlorite for the sarcotesta remotion of the papaya seeds: anatomical studies and the changes caused

Abstract – The sarcotesta in seeds of *Carica papaya* L. species affects, negatively, the germination process and its removal has been commonly performed by manual procedures due the lack of viable alternatives. The use of sodium hypochlorite can be an alternative to manual removal. The objectives of this work were to study the anatomical structures and the germination of papaya seeds, Golden variety, subjected to sodium hypochlorite solution using different concentrations of active chlorine. It was developed two tests. In the first test, the seeds were subjected to different concentrations of sodium hypochlorite solution (0, 2, 4, 6 and 8%) during 12 hours, in a ratio of 600 seeds per 200 mL of solution (0.3 mL per seed). It was also evaluated intact seeds and seeds subjected to sieve method plus 24 hours in standing water. In the second test, the seeds were subjected to sodium hypochlorite solution containing 2% active chlorine during 24 hours considering different ratios between the number of seeds and 200 mL of solution (10:200; 200:200; 400:200 and 600:200), besides 0% concentration during 24 hours in the ratio 10:200 and seeds subjected to the sieve method plus 24 hours in standing water. The treatments effect was evaluated by germination test and anatomical characterization by scanning electron microscopy. Anatomical studies allowed to identify that sodium hypochlorite was not enough to carry out a complete remotion the sarcotesta, only damaging the sarcotesta. These results were confirmed by the low germination rate observed in the first test when compared to the sieve method associated to 24 hours in standing water, which presented a germination rate greater than 75% . However, in the second test, at the ratio of 10 seeds per 200 mL of sodium hypochlorite solution, the endosperm and the embryo were not affected, resulting in a germination rate of 80%. Thus, the sodium hypochlorite, in a ratio of 10 seeds by 200 mL and 2% active chlorine concentration during 24 hours, may be an alternative to manual removal of sarcotesta.

Index terms - *Carica papaya* L.; anatomy; NaOCl; scanning electron microscopy.

Introdução

Carica papaya L. é uma das espécies tropicais mais cultivadas e consumidas, tanto pelo grande interesse dos consumidores em seus frutos, quanto por suas propriedades enzimáticas armazenadas em seus vasos laticíferos. As propriedades das substâncias presentes no látex são de grande interesse nas indústrias alimentícias, como amaciantes de carne além do uso em cervejas, queijos, dentre outros, como também em indústrias farmacêuticas, onde a papaína é utilizada como ativador cardíaco (Biazus et al., 2006).

A escassez de conhecimento sobre o beneficiamento das sementes de mamão apresenta reflexo direto na sua produção, acarretando alto custo das sementes e, conseqüentemente, elevado custo de produção, o que afeta o produto final. Estudos tem mostrado que a presença da sarcotesta, também denominada de exotesta, afeta negativamente o processo germinativo das sementes de mamão (Schmidt et al., 1993; Tokuhisa et al., 2007a; Tokuhisa et al., 2008; Melo e Seleguini, 2013).

Os procedimentos manuais para retirada da sarcotesta, empregados em grandes empresas do setor mamoeiro, além de morosos, são inviáveis para um grande número de sementes. O uso do hipoclorito de sódio pode ser uma alternativa à remoção manual da sarcotesta em sementes de mamão. Além da retirada da sarcotesta, o hipoclorito de sódio pode atuar sobre a esclerotesta ou parte desta, favorecendo a germinação de sementes recém-colhidas (Tokuhisa et al., 2007a).

O hipoclorito de sódio tem sido indicado para degradação do endocarpo em sementes de cafeeiro, sendo que Sofiatti et al. (2008) recomendam o uso do hipoclorito de sódio na concentração de 6% de cloro ativo, durante 3 horas, em sementes com umidade inicial entre 23 e 33%.

Lima et al. (2012) também relatam o uso do hipoclorito de sódio como uma alternativa viável para substituir a retirada mecânica do pergaminho em sementes de café, a qual causa danos ao embrião, e comentam que a retirada manual é prática inviável na produção de grandes quantidades.

Dias e Barros (1993) recomendam o uso de hidróxido de sódio a 0,5% para a remoção do pergaminho de sementes de café Catuaí Amarelo, por não diferirem dos métodos naturais, uma vez que o método químico é viável por ser mais rápido.

Tokuhisa et al. (2007b), ao estudarem sementes de mamão sem sarcotesta, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 1, 2, 3, 4, e 5 horas, observaram acréscimo na germinação apenas em sementes imersas por 5 horas.

Objetivou-se com este trabalho estudar as estruturas anatômicas e a germinação de sementes de mamão da variedade Golden, submetidas à solução de hipoclorito de sódio em diferentes proporções e concentrações de cloro ativo.

Material e métodos

Inicialmente, o trabalho foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes da Universidade Federal de Viçosa, onde as amostras foram preparadas e os tratamentos aplicados. Em seguida, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultraestrutural (LME) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em embalagens impermeáveis e ambiente controlado.

Foram utilizadas sementes da variedade Golden, pertencente ao grupo “Solo”, provenientes da empresa Caliman Agrícola S/A, localizada em Linhares - ES. Os frutos foram colhidos no estágio um de maturação – até 15% da casca com coloração amarela – e foram armazenados por três dias, ocasião em que toda a casca apresentou a coloração amarela. Os frutos foram partidos no sentido longitudinal e as sementes extraídas manualmente. Posteriormente, as sementes foram homogeneizadas e selecionadas quanto à integridade, tamanho e coloração. Essas sementes foram submetidas a dois ensaios:

ENSAIO 1

As sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio em diferentes concentrações de cloro ativo (0, 2, 4, 6 e 8%), por um período de 12 horas, na proporção de 600 sementes para 200 mL da solução (0,3 mL por semente). Também foram avaliadas sementes intactas (com sarcotesta) e sementes submetidas ao método da peneira, acrescido por 24 horas em água parada.

Avaliou-se as imagens anatômicas das sementes submetidas aos diferentes tratamentos e adicionalmente realizou-se o teste de germinação.

ENSAIO 2

Avaliaram-se sementes submetidas à solução de hipoclorito de sódio contendo 2% de cloro ativo por um período de 24 horas nas proporções entre sementes (número) e volume (mL) da solução de 10:200, 200:200, 400:200 e 600:200, o que equivale a 20;

1; 0,5 e 0,3 mL de solução por semente. Realizou-se o teste de germinação. A média de melhor desempenho foi comparada com dois tratamentos adicionais (controles). Controles: 0% de cloro ativo por um período de 24 horas na proporção de 10 sementes para 200 mL de água (ausência de cloro ativo) e procedimento de retirada da sarcotesta pelo método da peneira, acrescido de 24 horas em água parada.

Avaliaram-se também as imagens das sementes submetidas à solução de hipoclorito de sódio contendo 2% de cloro ativo por um período de 24 horas nas proporções entre sementes (número) e volume (mL) da solução de 10:200, 200:200, 400:200 e 600:200. Além do controle a 0% de cloro ativo por um período de 24 horas na proporção de 10 sementes para 200 mL de água (ausência de cloro ativo).

As concentrações de cloro ativo utilizadas nos ensaios foram obtidas por meio da diluição do hipoclorito de sódio comercial em água destilada. Para imersão das sementes intactas na solução, empregaram-se caixas do tipo gerbox. As sementes foram colocadas sob o telado (para garantir o total contato das sementes com o líquido). Os gerbox contendo as sementes foram tampados e levados para uma B.O.D. com temperatura constante de 25 °C na ausência de luz, onde permaneceram pelos períodos referentes a cada tratamento. Ao final de cada tratamento, as sementes foram lavadas em água corrente por um minuto para eliminação do produto.

O método da peneira é comumente realizado em empresas produtoras de sementes e frutos de mamão. O método baseia-se na retirada das sementes dos frutos e armazenamento destas em caixa de PVC, contendo um pouco de água, por 24 horas, para que ocorra um princípio de fermentação. Após, as sementes são colocadas em peneiras e sob jato d'água realiza-se leve pressão da semente sobre a peneira para remoção da sarcotesta.

Microscopia eletrônica de varredura: inicialmente as amostras foram imersas em solução fixativa Karnovsky, por 24 horas. Após a fixação, foram transferidas para o líquido crio-protetor (glycerol 30%), por 30 minutos e realizaram-se cortes longitudinais e transversais com auxílio de um bisturi sobre superfície metálica colocada em um recipiente contendo nitrogênio líquido. Os cortes foram colocados em um recipiente contendo água e pós-fixados em tetróxido de ósmio 1%, por uma hora. Após este período, os cortes foram lavados por três vezes em água destilada, em seguida, desidratados em gradiente crescente de acetona (25, 50, 75, 90 uma vez cada e 100% por três vezes), por 10 minutos cada. Em seguida, o material foi submetido à

secagem em aparelho de ponto crítico (Balzers CPD 030). Após a secagem, os espécimes foram montados em stubs com fitas de carbono dupla face, colocada sobre uma película de papel alumínio e cobertos com ouro em evaporador (Balzers SCD 050). A visualização das amostras foi feita em microscópio de varredura LEO Evo 40 XVP à distância de trabalho de 9 mm. Várias imagens foram geradas e registradas digitalmente em aumentos variados. As contagens e medidas foram obtidas usando-se o programa computacional Leo User Interface (versão Leo 3.2), disponível no microscópio eletrônico de varredura.

Teste de germinação: para os ensaios propostos (ENSAIO 1 e ENSAIO 2), foram realizados testes de germinação, de acordo com as recomendações das Regras para análise de sementes (Brasil, 2009). O teste foi conduzido em câmara tipo B.O.D. com temperaturas alternadas de 20 e 30 °C, sendo 16 horas no escuro e oito horas de exposição à luz, respectivamente. Empregaram-se rolos de papel tipo germitest, umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos dentro de sacos plásticos, com a finalidade de manter a umidade. Foi avaliada a germinação, calculando-se a porcentagem de plântulas normais. Foram consideradas normais as plântulas que atingiram 2,5 cm e apresentaram todas as estruturas essenciais completas e íntegras. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, em que cada repetição foi composta de duas determinações. Os dados foram submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade de variância, e à análise de variância. Foi utilizado o teste F a 5% de probabilidade. Para variáveis quantitativas, que apresentaram efeito significativo pelo teste F, foram realizadas análises de regressão. Os modelos foram selecionados a partir do coeficiente de determinação e da significância dos coeficientes. A comparação dos diferentes tratamentos com os tratamentos adicionais (controles) foi realizada por meio do teste de Dunnett, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas empregando o programa computacional R (R Core Team, 2013).

Resultados e discussão

ENSAIO 1

A visualização anatômica permitiu a observação dos tegumentos das sementes de mamão, ou seja, da testa e tégmen (Figura 1). As sementes são bitegmentadas,

assim como as sementes do grupo Formosa dos genótipos Formosa Roxo 45 e do Sunrise Solo 45, conforme constataram Santos et al. (2009) em seus estudos sobre a morfoanatomia de sementes de mamão (*Carica papaya*).

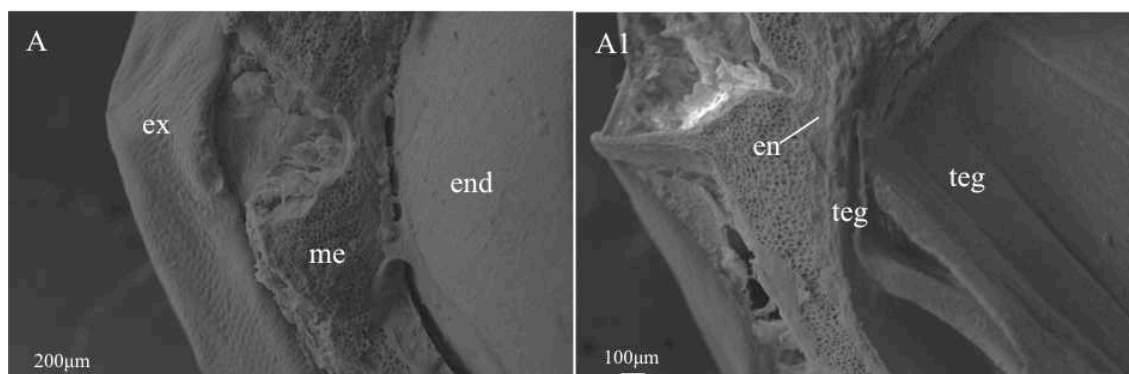


Figura 1. Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura em semente de *Carica papaya* L. A – Corte longitudinal da semente intacta, com destaque da exotesta, mesotesta e endosperma, 150 x. A1 – Corte longitudinal de semente intacta, com destaque da endotesta e tégmen, 150 x. Legenda: en – endotesta, end – endosperma, ex – exotesta, me – mesotesta, teg – tégmen.

Foram observados, contornando o endosperma, os seguintes tecidos que compõem o tegumento: tégmen, endotesta, mesotesta e a exotesta, também denominada de sarcotesta (Figuras 1 e 2); as células são parenquimáticas com formas variadas nos diferentes tecidos. Segundo Santos et al. (2009), a sarcotesta, a mesotesta e a endotesta são oriundos do integumento externo e o tégmen oriundo do integumento interno.

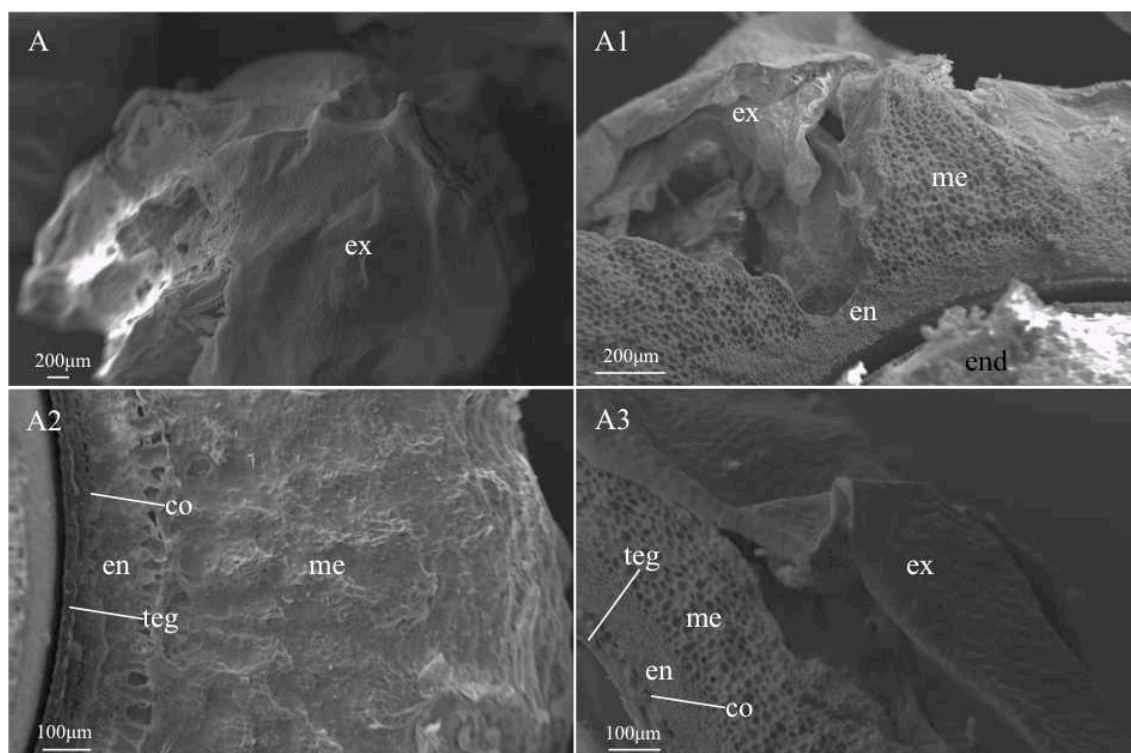


Figura 2. Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura em semente de *Carica papaya* L. A – Corte longitudinal de semente intacta, com destaque da exotesta, 70 x. A1 – Corte longitudinal de semente intacta, com destaque da exotesta, mesotesta, endotesta e endosperma, 200 x. A2 – Corte transversal de semente intacta, com destaque da mesotesta, endotesta, cristais de oxalato e tégmen, 300 x. A3 – Corte longitudinal de semente intacta, com destaque da exotesta, mesotesta, endotesta, cristais de oxalato e tégmen, 300 x. Legenda: co – cristais de oxalato, en – endotesta, end – endosperma, ex – exotesta, me – mesotesta, teg – tégmen.

A sarcotesta tem sido relacionada por vários autores como a responsável por limitar a germinação em sementes de mamão (Schmildt et al., 1993; Tokuhisa et al., 2007a; Tokuhisa et al., 2008; Melo e Seleguini, 2013). Portanto, sua retirada é essencial para que a germinação ocorra.

O efeito dos tratamentos na qualidade das sementes foi avaliado pelo teste de germinação aos 30 dias e na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise.

Tabela 1. Análise de variância do efeito dos tratamentos com hipoclorito de sódio na germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Tratamentos ¹	4	1189,00	297,20	3,307*	0,0394
Resíduo	15	1348,00	89,87		
Total	19	2537,00			
Média	14,60				
CV (%)	64,93				

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

¹ - Concentrações de cloro ativo de 0, 2, 4, 6 e 8%.

Houve efeito significativo dos tratamentos em nível de 5% de probabilidade.

A equação 1 representa o modelo selecionado a partir das análises de regressão. O modelo foi escolhido tendo em conta o coeficiente de determinação (R^2) e a significância dos coeficientes de regressão.

$$Ge = 21,90 + 1,83C_{cl} \quad R^2 = 0,81 \quad (1)$$

Em que,

Ge = germinação, %;

C_{cl} = concentração de cloro, %.

Na Figura 3 é apresentado o comportamento da germinação em função da concentração de cloro. A partir da análise do comportamento, observou-se que as maiores porcentagens de germinação tendem a ocorrer em concentrações mais baixas de cloro ativo, tendendo a uma queda da germinação com o aumento da concentração.

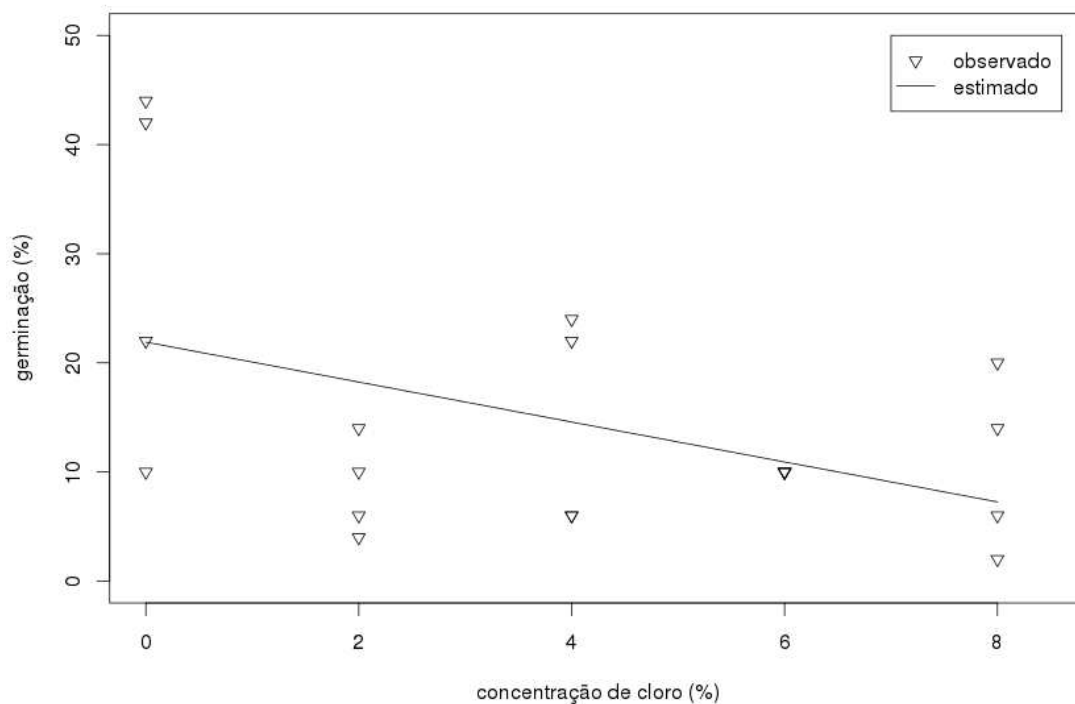


Figura 3. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão, em função da concentração de cloro ativo.

Em concentração de cloro ativo mais baixa a germinação tende a ser maior, provavelmente devido a uma quantidade insuficiente para romper a sarcotesta e demais estruturas da semente, não comprometendo partes essenciais para o processo germinativo.

Segundo Meyer (1994), o cloro e seus compostos são fortes agentes oxidantes e sua utilização promove tanto a desinfecção (destruição dos microrganismos patogênicos), quanto a oxidação (alteração das características pela oxidação dos compostos existentes). À medida que a reação de oxidação ocorre, há um consumo de cloro e de matéria orgânica, o que pode ocasionar a eliminação da sarcotesta. Esta eliminação ocorre também durante a fermentação. Segundo Alves et al. (2009), a fermentação é um processo comumente utilizado em sementes, visando a eliminação de mucilagem em várias espécies. No entanto, um elevado processo oxidativo, devido ao aumento na concentração de cloro ativo por um tempo de 12 horas, pode danificar estruturas essenciais da semente, comprometendo assim a germinação.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de germinação considerando a imersão das sementes em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) nas concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8% de cloro ativo, comparados aos tratamentos adicionais (controles),

sementes intactas e procedimento de retirada da sarcotesta pelo método da peneira acrescido de 24 horas em água parada.

Tabela 2. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão submetidas aos diferentes tratamentos empregados no primeiro ensaio.

Tratamentos	Germinação (%)		
B – 0% de cloro ativo	29,50	ns	-
D – 2% de cloro ativo	8,50	ns	-
E – 4% de cloro ativo	14,50	ns	-
F – 6% de cloro ativo	10,00	ns	-
G – 8% de cloro ativo	10,50	ns	-
Controle			
A – Sementes intactas	27,00		
C – Método da peneira + 24 horas em água parada	75,50		

- Significativo e inferior em relação ao controle na coluna, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

ns Não significativo em relação ao controle na coluna.

A germinação de 27% das sementes intactas (tratamento A) não diferiu dos tratamentos de embebição por 12 horas em solução com cloro ativo nas concentrações de 2, 4, 6 e 8% (tratamentos D, E, F e G respectivamente) assim como não diferiu do tratamento de embebição em água na ausência de cloro ativo por 12 horas (tratamento B). Entretanto, ao se comparar os tratamentos B, D, E, F e G com o método da peneira acrescido de 24 horas em água parada (tratamento C), o último superou os demais, apresentando um total de 75,5% de germinação. Inclusive foi maior que o tratamento A devido ao efeito benéfico do método da peneira acrescido de 24 horas em água parada.

Por meio da microscopia eletrônica de varredura, foi possível observar a eficiência do método da peneira acrescido de 24 horas em água parada na retirada da sarcotesta em sementes de mamão, sendo esta totalmente removida (Figuras 4 C e C1). Conforme descrito anteriormente, esse tratamento C também obteve destaque na germinação, apresentando a maior média (75,5%) de germinação (Tabela 2).

Por outro lado, em tratamentos com uso do hipoclorito de sódio nas diferentes concentrações houve permanência da sarcotesta, sendo que estas apresentaram pequenos orifícios ao longo da estrutura (Figuras 4 D, E, F e G). Entretanto, ao analisar as sementes intactas (Figura 4 A) e também as sementes submetidas ao tratamento 0% de cloro ativo por 12 horas de embebição (Figura 4 B), observou-se que também houve presença de orifícios, sendo, no entanto, em menor quantidade. Através de contagens

realizadas em uma área de $70000 \mu\text{m}^2$ da superfície da sarcotesta de maneira aleatória, observa-se aumento no número de orifícios em sementes embebidas em hipoclorito de sódio comparada às sementes intactas (Figura 4 A) e sementes embebidas em água na concentração de 0% de cloro ativo por 12 horas (Figura 4 B).

Em um primeiro momento, ao analisar a anatomia das sementes por meio das imagens obtidas, tudo leva a crer que tais danos na sarcotesta favoreçam a troca de gases e líquidos do ambiente com o interior das sementes, podendo ser benéfico para as sementes de mamão. O aumento do número de orifícios presentes na sarcotesta causados pelo hipoclorito de sódio é provavelmente devido à ação do cloro ativo. Segundo Meyer (1994), o mecanismo de ação do cloro ativo não é bem conhecido. É provável que exista uma combinação com proteínas, gerando formação de compostos e modificação nas estruturas (Donini et al., 2005). No entanto, ao analisar os resultados do teste de germinação, verificou-se que as sementes intactas, assim como as embebidas em água a 0% de cloro ativo por 12 horas (Figuras 4 A e B respectivamente), as quais continham menores quantidades de orifícios na sarcotesta apresentaram maiores médias de germinação em relação aos tratamentos submetidos ao hipoclorito de sódio independente da concentração (Figuras 4 D, E, F e G), embora nenhum dos tratamentos (B, D, E, F e G) tenham diferido do controle (A) (Tabela 2). Provavelmente, o hipoclorito de sódio foi absorvido pelas sementes afetando o embrião, logo, acarretando menores percentuais de germinação.

Observou-se também que, ao aumentar a concentração de cloro ativo, houve maior dano à sarcotesta, diminuindo a nitidez do limite das células que compõem o tecido (Figuras 4 F e G). No entanto, não houve diferença significativa ao se comparar os diferentes tratamentos com o controle A (sementes intactas), a partir do teste de germinação (Tabela 2).

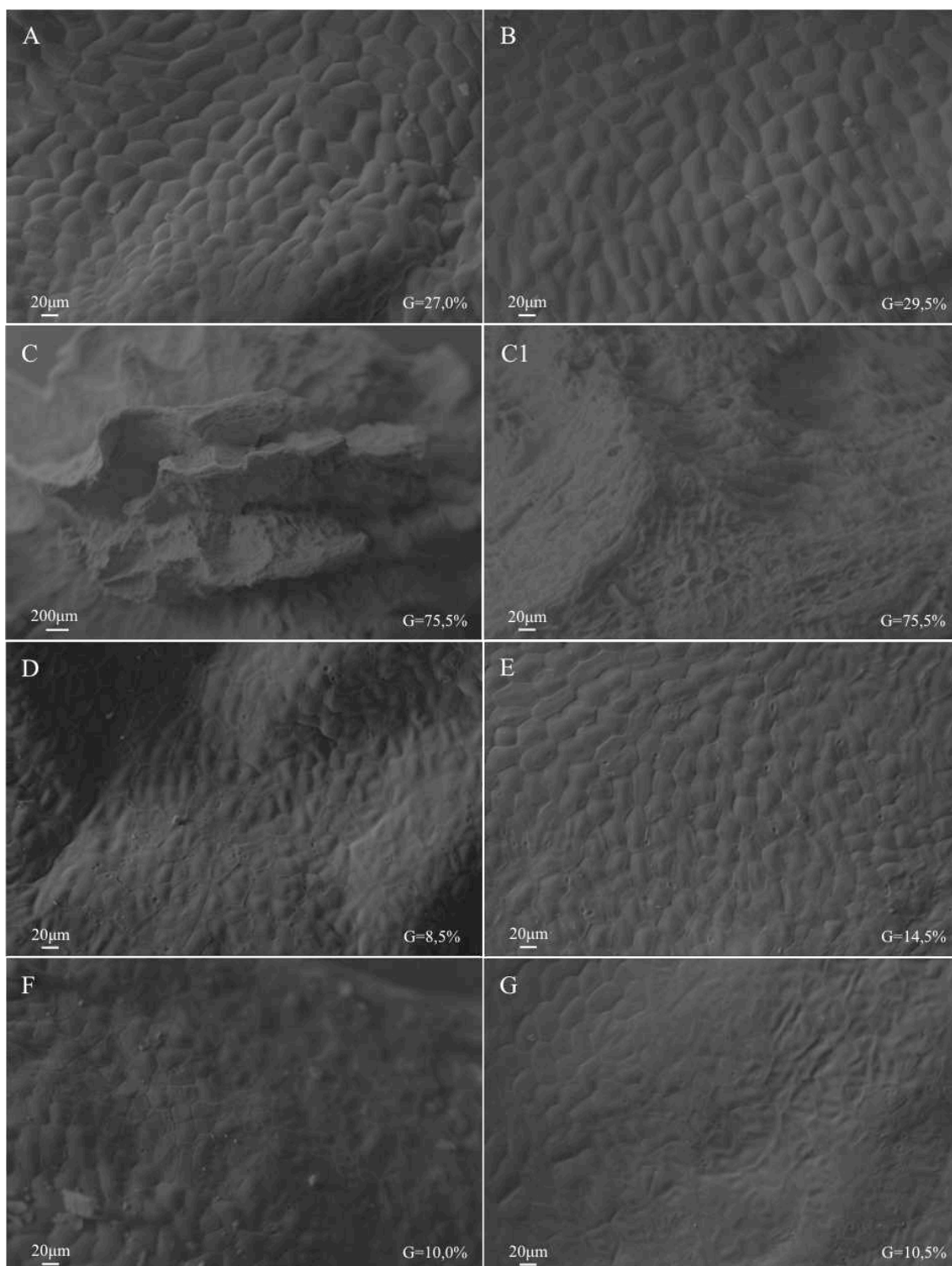


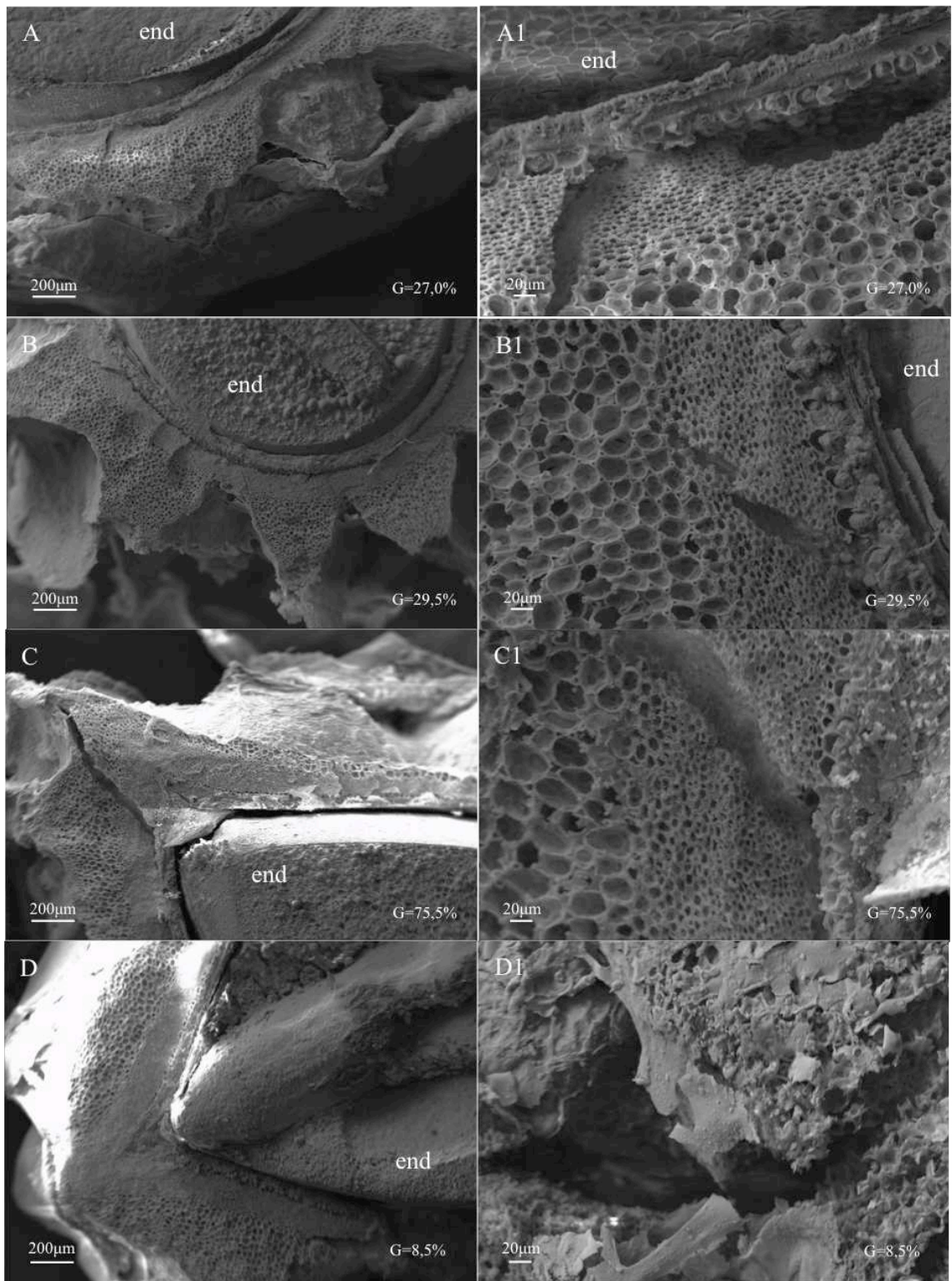
Figura 4. Imagem obtida utilizando microscópio eletrônico de varredura em semente de *Carica papaya* L, em seções paradérmicas. A – Semente intacta, vista frontal da exotesta, 600 x. B – Tratamento 0% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, vista frontal da exotesta, 600 x. C e C1 – Tratamento método da peneira acrescido de 24 horas em água parada, vista frontal da mesotesta, 80 x e 600 x, respectivamente. D – Tratamento 2% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, vista frontal da exotesta, 600 x. E – Tratamento 4% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, vista frontal da exotesta, 600 x. F – Tratamento 6% de cloro ativo por 12 horas,

proporção 600:200, vista frontal da exotesta, 600 x. G – Tratamento 8% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, vista frontal da exotesta, 600 x. Legenda: G – germinação aos 30 dias do início da semeadura.

Sementes intactas (Figuras 5 A e A1), sementes embebidas em água a 0% de cloro ativo por 12 horas (Figuras 5 B e B1) e sementes submetidas ao método da peneira acrescido de 24 horas em água parada (Figuras 5 C e C1) apresentaram ausência de fissuras ou pequenas fissuras em quantidades inferiores aos tratamentos com hipoclorito de sódio. Acredita-se que o hipoclorito de sódio possa ter conduzido ou facilitado o rompimento das células, provocando e/ou aumentando as fissuras presentes nas sementes (Figuras 5 D, D1, E, E1, F, F1, G e G1); o aumento das fissuras nos tratamentos D, E, F, e G é consequência da embebição do cloro ativo pela semente. A embebição do cloro ativo, provavelmente, afetou quimicamente o embrião, fazendo com que os tratamentos submetidos ao hipoclorito de sódio apresentassem médias baixas de germinação variando de 8,5 a 14,5% de plântulas normais.

Por meio de contagens e medições realizadas, observa-se aumento no tamanho e na frequência de fissuras com o aumento da concentração de cloro ativo (Figuras 5 D, D1, E, E1, F, F1, G e G1). Conforme discutido anteriormente, ao avaliar o comportamento da germinação em função da concentração de cloro ativo (Figura 3) verifica-se diminuição na germinação com o aumento da concentração. Provavelmente, o aumento no tamanho e frequência de fissuras está relacionado com o hipoclorito de sódio absorvido pelas sementes, onde maiores concentrações causaram mais danos ao embrião, logo, acarretando menores percentuais de germinação.

Morfológica e anatomicamente, o endosperma não foi afetado pelo hipoclorito de sódio, conseqüentemente o embrião também não foi danificado (Figura 5). Com base nas observações anatômicas, o hipoclorito de sódio poderia ser uma alternativa à retirada manual da sarcotesta, uma vez que o cloro ativo danificou a sarcotesta provocando e/ou acentuando fissuras nas sementes, sem morfológica e anatomicamente prejudicar o embrião. No entanto, os resultados do teste de germinação mostraram que as sementes submetidas ao hipoclorito de sódio apresentaram menor germinação, provavelmente devido a algum efeito químico prejudicial.



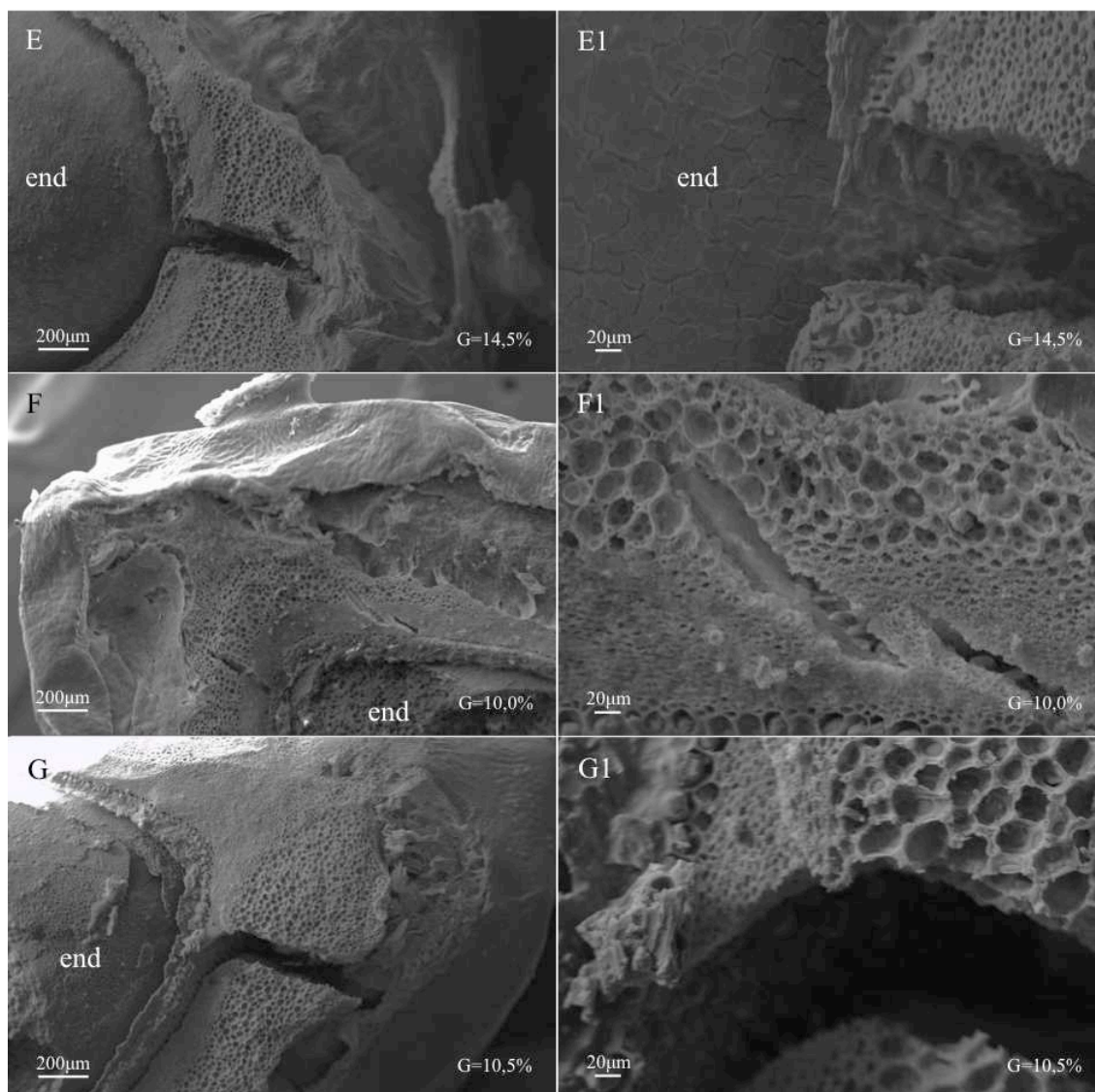


Figura 5. Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura em semente de *Carica papaya* L, em cortes longitudinais com destaque para as fissuras. A e A1 – Semente intacta, 150 x e 800 x, respectivamente. B e B1 – Tratamento 0% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, 150 x e 800 x, respectivamente. C e C1 – Tratamento método da peneira acrescido de 24 horas em água parada, 150 x e 800 x, respectivamente. D e D1 – Tratamento 2% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, 150 x e 800 x, respectivamente. E e E1 – Tratamento 4% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, 150 x e 800 x, respectivamente. F e F1 – Tratamento 6% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, 150 x e 800 x, respectivamente. G e G1 – Tratamento 8% de cloro ativo por 12 horas, proporção 600:200, 150 x e 800 x, respectivamente. Legenda: end – endosperma e G – germinação aos 30 dias do início da semente.

ENSAIO 2

Para uma melhor análise dos resultados advindos dos estudos anatômicos, foram apresentados os resultados do teste de germinação no ensaio 2. Os resultados da análise de variância para a germinação aos 30 dias encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Análise de variância do efeito dos tratamentos com hipoclorito de sódio e diferentes proporções na germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Tratamentos ¹	3	11500,00	3833,00	383,30*	<0,001
Resíduo	12	120,00	10,00		
Total	15	11620,00			
Média	37,50				
CV (%)	8,43				

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

¹ - Concentração de cloro ativo de 0% e proporção de 10:200, concentração de cloro ativo de 2% e proporções de 10:200; 200:200; 400:200 e 600:200. Proporção: número de sementes por volume (mL) de solução.

Houve diferença significativa em nível de 5% de probabilidade entre as médias dos tratamentos para a germinação aos 30 dias (Tabela 3).

A equação 2 representa o modelo selecionado a partir das análises de regressão. O modelo foi escolhido tendo em conta o coeficiente de determinação (R^2) e a significância dos coeficientes de regressão.

$$Ge = 83,43 - 0,43P_o + 5,88 \cdot 10^{-4} P_o^2 \quad R^2 = 0,98 \quad (2)$$

Em que,

Ge = germinação, %;

P_o = proporção, número de sementes por 200 mL de solução.

Na Figura 6 é apresentado o comportamento da germinação relacionada à influência da proporção (número de sementes por 200 mL de solução). Observou-se que a porcentagem de germinação tende a diminuir com o aumento da proporção até um ponto de mínimo; após este ponto a porcentagem tende a aumentar.

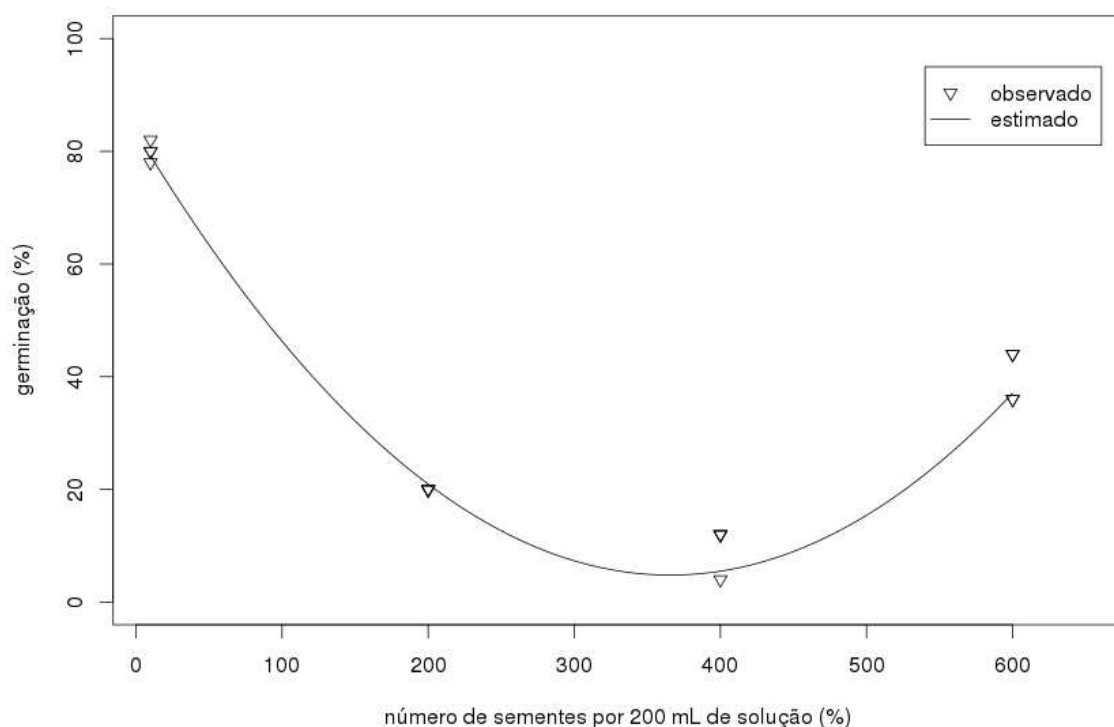


Figura 6. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão, em função da proporção entre o número de sementes e o volume (mL) da solução.

Os resultados do teste de germinação mostram que as maiores porcentagens de germinação ocorreram em proporções em que o cloro agiu com maior intensidade, ou seja, em proporções com menor número de sementes (Figura 6), até atingir um ponto de mínimo, o qual ocorreu aproximadamente com 366 sementes por 200 mL de solução. No entanto, ao aumentar a proporção após o ponto de mínimo, a germinação tende a um acréscimo, não seguindo a tendência de que o aumento da proporção ocasionaria redução na germinação. Este efeito, provavelmente, não foi devido ao cloro, mas devido a alguma reação natural como a fermentação, consequência do aumento do número de sementes, degradando a sarcotesta e, induzindo o acréscimo na germinação.

Observou-se que o tratamento com 2% de cloro ativo na proporção 10:200 (tratamento I) apresentou o melhor desempenho no teste de germinação.

A média do tratamento de melhor desempenho (tratamento I), com germinação de 80%, foi comparada com os tratamentos adicionais (controles), conforme apresentado na Tabela 4. Ao se comparar os tratamentos I e H, sendo ambos na mesma proporção, diferindo apenas quanto à presença e ausência de cloro na solução respectivamente, observa-se que o tratamento H (controle) apresentou média de 10% de germinação, enquanto o tratamento I obteve média de 80%. Logo fica comprovado o efeito benéfico do cloro ativo a 2% por 24 horas de embebição para a germinação em proporção de 10:200. O tratamento I não diferiu estatisticamente do tratamento C (Tabela 4). A partir dos resultados é possível verificar o potencial do cloro ativo a 2% na proporção de 10:200 para a germinação, uma vez que com a técnica fica reduzida a necessidade de mão de obra para o preparo das sementes.

Tabela 4. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão submetida ao melhor tratamento do segundo ensaio (tratamento I) e dos tratamentos adicionais (tratamentos H e C).

Melhor Tratamento do Segundo Ensaio	Germinação (%)		
I – 2% de cloro ativo na proporção 10:200	80,00	+	ns
Controles			
H – 0% de cloro ativo na proporção 10:200	10,00		
C – Método da peneira + 24 horas em água parada	75,50		

+ Significativo e superior em relação ao controle na coluna, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

ns Não significativo em relação ao controle na coluna.

Proporção: número de sementes por volume (mL) de solução.

Ao se analisar as imagens, é possível constatar, pela anatomia das sementes, que na proporção de 10:200 na ausência de cloro ativo (tratamento H) as sementes tinham aparência próximo da normalidade (Figura 7 H), com todas as estruturas conforme descrição de Santos et al. (2009), assim como baixa germinação (10%), cujo comportamento é característico de sementes com sarcotesta. No entanto, sementes na mesma proporção, submetidas ao hipoclorito de sódio com 2% de cloro ativo, por 24 horas, permaneceram com a sarcotesta, porém totalmente danificada (Figura 7 I). Segundo Resende et al. (2004), embora o cloro seja pouco solúvel, ele reage com a água, produzindo ácido hipocloroso (HOCl) e mantendo em solução o íon hipoclorito (OCl⁻), que são as formas ativas oxidantes, as quais atuam na matéria orgânica. Estas formas ativas provocam desnaturação das proteínas, inibição das reações enzimáticas e inativação dos ácidos nucleicos nas células. Esta descrição está de acordo com Jaigobind et al. (2007), que descrevem o ácido hipocloroso como um poderoso agente

oxidante, sendo capaz de destruir substâncias celulares. Neste caso, houve quebra da dormência elevando a germinação para 80%.

O dano observado na sarcotesta das sementes de mamão causado pelo cloro ativo para as mesmas condições foi menor quanto maior o número de sementes (Figuras 7 I, J, K e L). Os resultados estão de acordo com o esperado, uma vez que, nas mesmas condições e em um mesmo volume de solução, terá mais cloro ativo disponível para agir em uma menor proporção de matéria orgânica, ou seja, em um menor número de sementes.

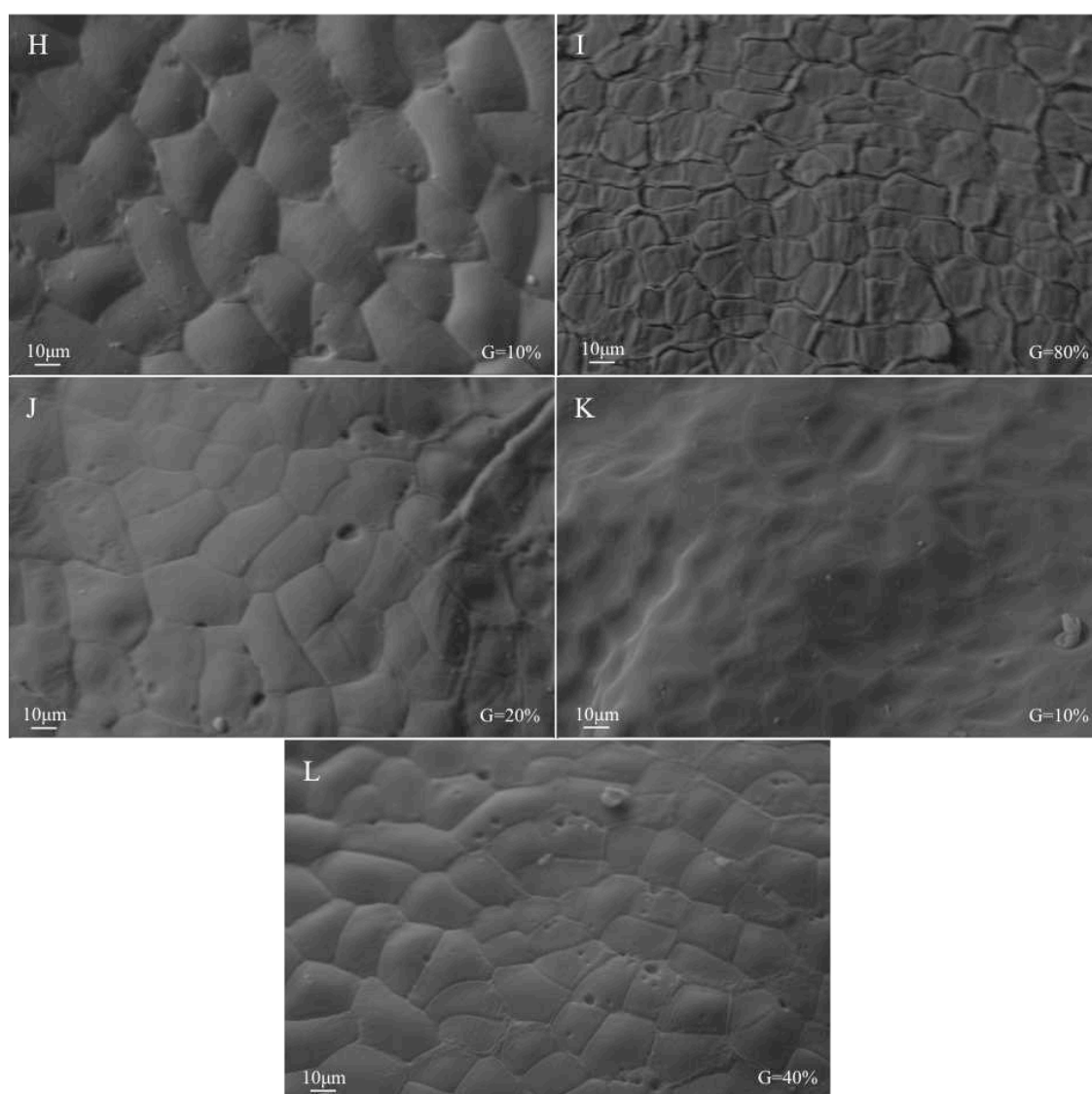


Figura 7. Imagem obtida utilizando microscópio eletrônico de varredura em semente de *Carica papaya* L, em seções paradérmicas. H – Tratamento 0% de cloro ativo por 24 horas, proporção 10:200, vista frontal da exotesta, 1500 x. I – Tratamento 2% de cloro ativo por 24 horas, proporção 10:200, vista frontal da exotesta, 1500 x. J – Tratamento 2% de cloro ativo por 24 horas, proporção 200:200, vista frontal da exotesta, 1500 x. K

– Tratamento 2% de cloro ativo por 24 horas, proporção 400:200, vista frontal da exotesta, 1500 x. L – Tratamento 2% de cloro ativo por 24 horas, proporção 600:200, vista frontal da exotesta, 1500 x. Legenda: G – germinação aos 30 dias do início da semeadura.

Com exceção do tratamento H (sementes na ausência de hipoclorito de sódio) (Figuras 8 H e H1), os demais apresentaram fissuras. As fissuras se apresentavam de maneira irregular, em quantidades e tamanhos variados, independente da proporção estudada (Figuras 8 I, I1, J, J1, K, K1, L e L1). Estes resultados mostram a ação do hipoclorito de sódio na estrutura das sementes de mamão. Observa-se, também que o hipoclorito afetou a sarcotesta, mesotesta, endotesta e o tégmen, sem danos morfológicos e anatômicos ao endosperma e, conseqüentemente, ao embrião, o que indica que o hipoclorito de sódio é uma alternativa à retirada manual da sarcotesta e uma alternativa viável para o incremento da germinação (Figura 8).

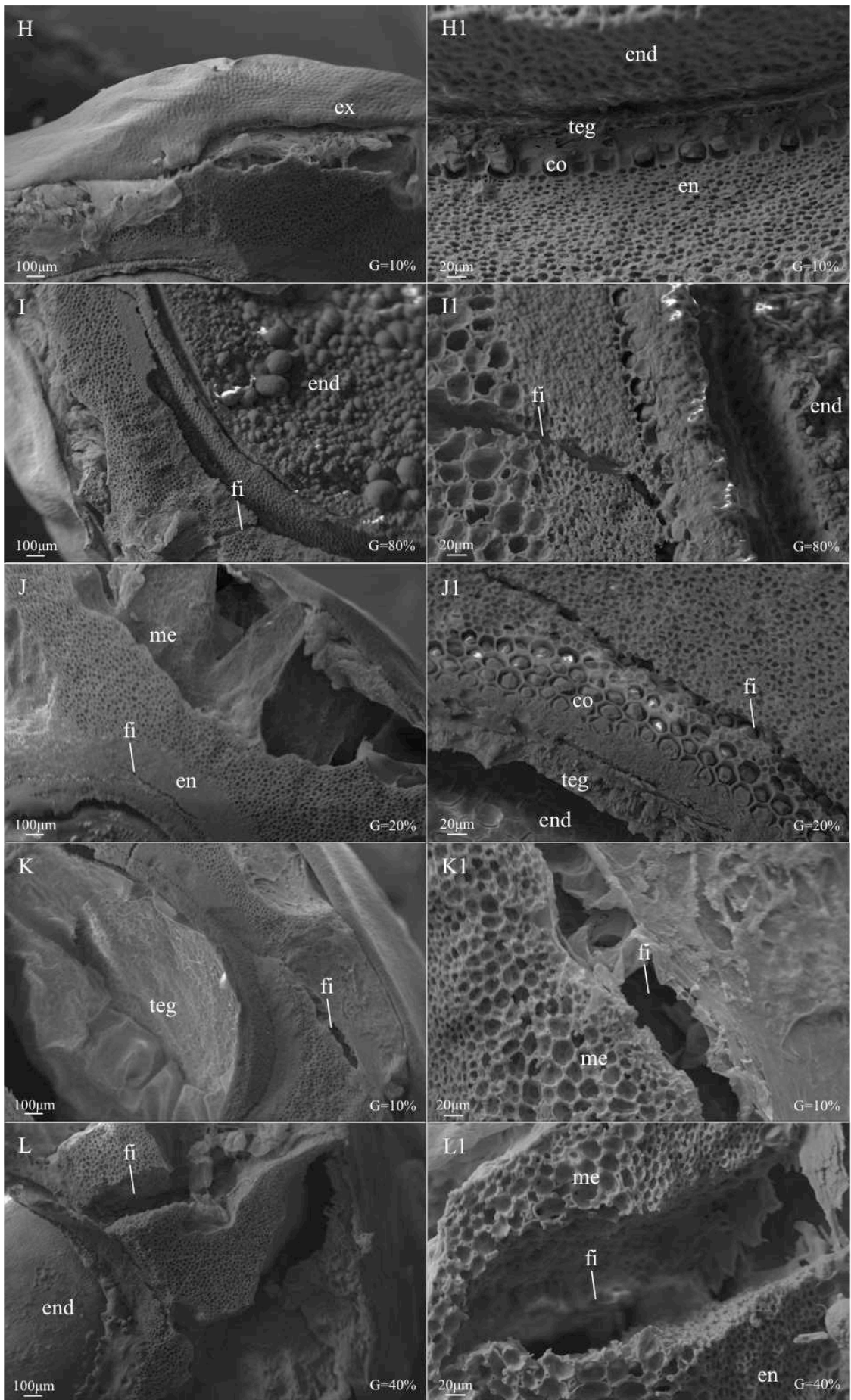


Figura 8. Imagem obtida utilizando microscópio eletrônico de varredura em semente de *Carica papaya* L, em cortes longitudinais com destaque para as fissuras. H e H1 – Tratamento 0% de cloro ativo por 24 horas, proporção 10:200, 150 x e 800 x, respectivamente. I e I1 - Tratamento 2% de cloro ativo por 24 horas, proporção 10:200, 150 x e 800 x, respectivamente. J e J1 – Tratamento 2% de cloro ativo por 24 horas, proporção 200:200, 150 x e 800 x, respectivamente. K e K1 – Tratamento 2% de cloro ativo por 24 horas, proporção 400:200, 150 x e 800 x, respectivamente. L e L1 – Tratamento 2% de cloro ativo por 24 horas, proporção 600:200, 150 x e 800 x, respectivamente. Legenda: co – cristais de oxalato, en – endotesta, end – endosperma, ex – exotesta, fi – fissura, me – mesotesta, teg – tégmen, G – germinação aos 30 dias do início da sementeira.

Com os resultados obtidos, destaca-se o potencial do hipoclorito de sódio para substituir a retirada manual da sarcotesta, desde que associado a uma proporção adequada de sementes em relação ao volume de solução. Morfológica e anatomicamente o hipoclorito de sódio se mostrou eficiente para danificar a sarcotesta e demais estruturas do tegumento das sementes de mamão, sem causar injúrias ao embrião, que comprometessem a germinação.

Conclusões

A imersão de sementes de mamão, na proporção de 10 sementes por 200 mL de solução de hipoclorito de sódio, na concentração de 2% de cloro ativo, por 24 horas, favorece a germinação, assim como o tratamento da peneira acrescido de 24 horas em água parada.

Pelas observações anatômicas, o hipoclorito de sódio não afetou o endosperma e, conseqüentemente o embrião, podendo ser uma alternativa à retirada manual da sarcotesta.

Referências

- ALVES, E. U.; SILVA, K. B.; GONÇALVES, E. P.; CARDOSO, E. A.; ALVES, A. U. Germinação e vigor de sementes de *Talisia esculenta* (St. Hil) Radlk em função de diferentes períodos de fermentação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.4, p.761-770, 2009. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4071/3379>
- BIAZUS, J. P. M.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R. Modelagem empírica do processo de biodegradação de efluentes protéicos por enzimas de *Carica papaya* sp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.436-440, 2006. <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n2/v10n2a26.pdf>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Avaliação de métodos para remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.191-195, 1993. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1993/v15n2/artigo09.pdf>
- DONINI, L. P.; FERREIRA-MOURA, I.; GUISSO, A. P.; SOUZA, J. A.; VIÉGAS, J. Preparo de lâminas foliares de aráceas ornamentais: desinfestação com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.4, p.517-522, 2005. http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v72_4/donini.PDF
- JAIGOBIND, A. G. A.; AMARAL, L.; JAISINGH, S. **Dossiê técnico: desinfetante doméstico**. Instituto de tecnologia do Paraná, 2007. 22 p. <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjY1>
- LIMA, J. S.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; DIAS, L. A. S.; DIAS, D. C. F. S.; RENA, F. C. Uso da reidratação e do hipoclorito de sódio para acelerar a emergência de plântulas de cafeeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, p.327-333, 2012. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v34n2/19.pdf>

MELO, A. P. C.; SELEGUINI, A. Estádio de maturação de frutos e remoção física da sarcotesta na produção de mudas de mamão. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.1, p.20-25, 2013. <http://comunicata.ufpi.br/index.php/comunicata/article/view/230/163>

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cadernos de saúde pública**, v.10, n.1, p.99-110, 1994. <http://www.scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11.pdf>

R CORE TEAM (2013). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. <http://www.R-project.org/>

RESENDE, J. M.; FIORI, J. E.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R.; BOTREL, N. Processamento do palmito de pupunheira em agroindústria artesanal – uma atividade rentável e ecológica. **Embrapa Agrobiologia**, 2004. 54 p.
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pupunha/PalmitoPupunheira/higiene.htm>

SANTOS, S. A.; SILVA, R. F.; PEREIRA, M. G.; ALVES, E.; MACHADO, J. C.; BORÉM, F. M.; GUIMARÃES, R. M.; MARQUES, E. R. Estudos morfo-anatômicos de sementes de dois genótipos de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.116-122, 2009.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n2/v31n2a13.pdf>

SCHMILDT, E. R.; FRONZA, V.; DIAZ, J. L. S.; UNÊDA, S. H.; ALVARENGA, E. M. Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de mamoeiro (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 147-151, 1993. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1993/v15n2/artigo01.pdf>

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. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a19v30n1.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Época de colheita dos frutos e ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 75-80, 2008.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n2/a10v30n2.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.131-139, 2007a.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/18.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; HILST, P. C.; DEMUNER, A. J. Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.161-168, 2007b.
<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2007/v29n3/artigo22.pdf>

5. ARTIGO 4

Efeito do hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta e na germinação de sementes de mamão recém-extraídas e após armazenamento

Resumo – As sementes de mamão apresentam germinação lenta e irregular, sendo a presença da sarcotesta um dos fatores que afetam negativamente tanto a velocidade quanto a porcentagem de germinação. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do hipoclorito de sódio na retirada da sarcotesta e no processo germinativo de sementes de mamão recém-extraídas, assim como em sementes previamente armazenadas e em sementes de mamão a serem armazenadas. Foram avaliados 9 tratamentos segundo delineamento inteiramente casualizado, sendo 6 tratamentos no esquema de parcelas subdivididas e 3 tratamentos adicionais (controles), cada tratamento com oito repetições. As parcelas foram os métodos para quebra de dormência: M1 – Método da Peneira + Secagem a 7%; M2 – Método da Peneira + Secagem a 7% + NaOCl; e M3 – NaOCl + Secagem a 7%. As subparcelas foram constituídas pelo tempo de armazenamento (0 e 44 dias). Os três tratamentos adicionais consistiram em: A – NaOCl a 6% por 12 horas; B – Método da Peneira e C – Sementes intactas em 24 horas em água corrente. Para imersão das sementes utilizaram-se a proporção de 0,3 mL de solução por semente. Os experimentos foram conduzidos em laboratório, sendo os dados submetidos à análise de variância. Quando a interação foi significativa pelo teste F a 5% de probabilidade, os dados foram submetidos ao desdobramento da interação, aplicando-se o teste de Tukey para comparar as médias de germinação. As médias dos tratamentos, relativos aos métodos de quebra de dormência e tempo de armazenamento, foram comparadas aos tratamentos adicionais pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, enquanto os tratamentos adicionais foram comparados entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. No teste de germinação, foram avaliadas as plântulas normais, plântulas anormais, sementes dormentes e sementes mortas. As sementes também foram avaliadas pela primeira contagem do teste de germinação. Concluiu-se que o hipoclorito de sódio foi eficiente para retirar a sarcotesta, porém prejudicou a germinação. O armazenamento, por 44 dias, foi prejudicial à germinação. A remoção da sarcotesta pelo método da peneira, seguida da secagem até 7% de teor de água foi eficiente para aumentar a germinação.

Termos para indexação – cloro ativo; germinação; *Carica papaya*.

Effect of the sodium hypochlorite on sarcotesta remotion and on germination of freshly harvested papaya seeds and after its storage

Abstract – The papaya seeds have a slow and irregular germination, the sarcotesta is one of the factors that affects, negatively, the speed and the percentage of germination. The objective of this study was to evaluate the effect of sodium hypochlorite on sarcotesta remotion and the germination process of freshly harvested papaya seeds, as well as on papaya seeds stored and on seeds that will be stored. It was evaluated 9 treatments using a completely randomized design with 6 treatments in a split plot scheme and 3 additional treatments (control), each treatment with eight replications. The plots were composed by methods to break dormancy: M1 – Sieve Method + Drying up to 7%; M2 – Sieve Method + Drying up to 7% + NaOCl; and M3 – NaOCl + Drying up to 7%. The subplots were composed by storage periods (0 and 44 days). The three additional treatments were composed by: A - NaOCl at 6% during 12 hours; B – Sieve method and C – Intact seeds in running water during 24 hours. For seeds immersion, it was used the proportion of 0.3 mL of solution per seed. The experiments were conducted in the laboratory, and the data submitted to analysis of variance. When the interaction was significant by F test at 5% of probability, a post analysis was performed, applying the Tukey test at 5% of probability to compare the means of germination. The means of the treatment, related to breaking dormancy methods and storage periods, were compared to the additional treatments by the test of Dunnett at 5% probability while the additional treatments were compared by Tukey test at 5% of probability. In germination test, it was evaluated the normal seedlings, abnormal seedlings, dormant seeds and dead seeds. The seeds were also evaluated by the germination test. It was concluded that sodium hypochlorite was effective on sarcotesta remotion, but germination was harmed. The storage during 44 days, also harmed the germination. The removal of sarcotesta by the sieve method, followed by drying up to 7% water content was enough to increase germination.

Index terms - active chlorine; germination; *Carica papaya*.

Introdução

O consumo de mamão (*Carica papaya* L.) vem crescendo continuamente, o que pode ser creditado aos grandes benefícios que trazem para a saúde, além do seu sabor que agrada grande parte da população, fazendo com que o mamão ocupe lugar de destaque entre as mais importantes frutas tropicais cultivadas no Brasil e no mundo.

Apesar de existir uma tendência de se obter material propagativo por meios vegetativos, a propagação do mamoeiro para fins comerciais é realizada basicamente por sementes (Carlesso et al., 2009). Embora as empresas produtoras possuam seus protocolos já definidos para a produção, inexistente o conhecimento de um processo otimizado para a germinação das sementes. A escassez de conhecimento sobre a espécie reflete diretamente em sua produção, acarretando alto custo das sementes e, conseqüentemente, elevado custo de produção.

As sementes de mamão apresentam germinação lenta e irregular, podendo o processo completo levar de 4 a 8 semanas (Tokuhisa et al., 2007a). A presença de dormência em sementes de mamoeiro tem sido relatada na literatura como causadora da diminuição do processo de produção de frutos e sementes (Wagner, 1985; Schmildt et al., 1993; Tokuhisa et al., 2007a; Tokuhisa et al. 2007b; Tokuhisa et al. 2008). Entretanto, inexistente um consenso sobre o padrão de dormência e a sua real causa.

Vários estudos têm indicado a sarcotesta como um dos fatores responsáveis por afetar negativamente tanto a velocidade quanto a porcentagem de germinação (Wagner, 1985; Schmildt et al., 1993; Tokuhisa et al., 2007a; Tokuhisa et al. 2007b; Tokuhisa et al. 2008), devido à presença de inibidores (Tokuhisa et al., 2007b; Tokuhisa et al., 2007c). No entanto, a dormência continua sendo observada em sementes nas quais a sarcotesta foi removida (Tokuhisa et al., 2008; Ibrahim et al., 2011), o que leva diversos autores a atribuírem esse fato à ocorrência de dormência pós-colheita (Viggiano et al. 2000; Aroucha et al., 2006; Tokuhisa et al., 2007b; Tokuhisa et al., 2008). Segundo Tokuhisa et al. (2007b), mesmo com a retirada da sarcotesta, a dormência pode continuar devido à presença de compostos fenólicos inibidores da germinação, presentes em outras estruturas das sementes. Segundo os autores, sementes dormentes de mamão contêm compostos fenólicos, com maior concentração na esclerotesta, seguida da sarcotesta, sendo praticamente nula no embrião e no endosperma.

Para Tokuhisa et al. (2007b) e Tokuhisa et al. (2007c), a época de colheita dos frutos afeta a concentração de compostos fenólicos na sarcotesta e esclerotesta das sementes de mamão, o que explica a variação da intensidade da dormência encontrada

por Tokuhsa et al. (2008), sendo mais acentuada em frutos colhidos no período de temperaturas amenas. Por outro lado, sementes de frutos colhidos em períodos de temperaturas elevadas não apresentam dormência (Viggiano et al., 2000). Entretanto, para Aroucha et al. (2005), as sementes de frutos colhidos em temperaturas mais elevadas possuem dormência em menor intensidade, quando comparadas às sementes extraídas de frutos colhidos em outras épocas do ano.

A ocorrência de dormência em sementes recém-extraídas, logo após a colheita dos frutos, foi encontrada por Leonel et al. (1998), Aroucha et al. (2005) e Aroucha et al. (2007). Leonel et al. (1998) ressaltam a necessidade do uso de ácido giberélico em sementes recém-colhidas para que haja aumento na germinação; os resultados de germinação sem o seu uso foram praticamente nulos. Porém, pelo seu alto custo, fica inviável o seu uso em larga escala.

No entanto, Martins et al. (2005) encontraram elevados valores de germinação em sementes antes do armazenamento, havendo acréscimo aos três meses, seguido por decréscimo com seis meses de armazenamento, atingindo valores abaixo dos iniciais. Esses resultados divergem dos encontrados por Ellis et al. (1991), quando sementes de mamão armazenadas por 12 meses a 15 °C, com teor de água 7,9 a 9,4%, mantiveram valores de germinação inicial.

As empresas do setor mamoeiro necessitam de sementes para a manutenção da produção durante todo o ano. Contudo, considerando o elevado tempo e dependência de mão de obra no preparo das sementes para a retirada da sarcotesta, além do alto custo do ácido giberélico indicado para elevar a germinação em sementes de mamão, há necessidade de soluções eficientes e econômicas para se resolver os problemas atualmente encontrados pelo setor.

Diante do exposto, objetivou-se estudar o efeito do hipoclorito de sódio, na retirada da sarcotesta e no processo germinativo de sementes de mamão recém-extraídas, assim como em sementes previamente armazenadas e em sementes de mamão a serem armazenadas.

Material e métodos

Foram utilizados frutos da variedade Golden, grupo “Solo”, provenientes da empresa Caliman Agrícola S/A, localizada em Linhares – ES. A condução do trabalho foi realizada no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia no campus da Universidade Federal de Viçosa.

Os frutos foram colhidos no estágio um de maturação, até 15% da casca com coloração amarela, e foram armazenados por três dias, ocasião em que toda a casca apresentou a coloração amarela. Os frutos foram partidos longitudinalmente e as sementes extraídas manualmente. As sementes foram homogeneizadas e selecionadas quanto à integridade, tamanho e coloração. Posteriormente, avaliou-se o teor de água das sementes e iniciaram-se os tratamentos.

A determinação do teor de água foi realizada utilizando-se quatro repetições de 100 sementes pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

Foram avaliados 9 tratamentos (Tabela 1) em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo 6 tratamentos no esquema de parcelas subdivididas e 3 tratamentos adicionais. Realizaram-se oito repetições, em que cada repetição foi composta da média de duas determinações. As parcelas foram constituídas pelos métodos de quebra de dormência, M1 – Método da Peneira + Secagem a 7%; M2 – Método da Peneira + Secagem a 7% + NaOCl; e M3 – NaOCl + Secagem a 7%, enquanto as subparcelas constituídas pelo tempo de armazenamento, 0 e 44 dias. Foram utilizados também três tratamentos adicionais (controles), os quais foram aplicados diretamente em sementes recém-extraídas, ou seja, sementes intactas: A – NaOCl a 6% por 12 horas; B – Método da peneira (fermentação em caixa com 10 mL de água destilada por 24 horas, seguida da remoção da sarcotesta das sementes em peneira sob água) e C – Sementes intactas lavada em água corrente por 24 horas. O tratamento adicional A (6% de cloro ativo por 12 horas) foi escolhido com base nos resultados de pré-testes realizados anteriormente a este trabalho, cujos resultados preliminares sinalizaram boa eficiência na retirada da sarcotesta.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

Métodos	Tratamentos	
Adicional	A	Sementes recém-extraídas embebida em NaOCl, 6% de cloro ativo, por 12 horas.
Adicional	B	Método da Peneira (fermentação das sementes recém-extraídas em caixa com 10 mL de água destilada por 24 horas; seguida da remoção da sarcotesta das sementes em peneira sob água).
Adicional	C	Semente intacta (recém-extraídas) lavada em água corrente por 24 horas.
Método 1	D	Método da Peneira + Secagem até teor de água de 7% + sem armazenamento.
Método 1	E	Método da Peneira + Secagem até teor de água de 7% + armazenamento por 44 dias.
Método 2	F	Método da Peneira + Secagem até teor de água de 7% + sem armazenamento + NaOCl 6% por 12 horas.
Método 2	G	Método da Peneira + Secagem até teor de água de 7% + armazenamento por 44 dias + NaOCl 6% por 12 horas.
Método 3	H	NaOCl 6% por 12 horas + Secagem até teor de água de 7% + Sem armazenamento.
Método 3	I	NaOCl 6% por 12 horas + Secagem até teor de água de 7% + Armazenamento por 44 dias.

A proporção de sementes (número) por volume (mL) da solução de hipoclorito de sódio para embebição foi de 380:127 respectivamente, o que equivale a 0,3 mL de solução por semente.

O método da peneira, comumente empregado por empresas do setor mamoeiro, baseia-se na retirada das sementes dos frutos e armazenamento em caixa de PVC (contendo um pouco de água), por 24 horas, para que haja um princípio de fermentação. Após este procedimento, as sementes são colocadas em peneira sob jato d'água e, manualmente, realiza-se leve pressão da semente sobre a peneira, acarretando na remoção da sarcotesta.

Inicialmente, o processo de secagem ocorreu à sombra. Posteriormente, as sementes foram submetidas à secagem complementar em casa de vegetação durante o dia, sendo a temperatura da massa de sementes monitorada para que não ultrapassasse 40 °C, e à noite as sementes eram levadas para o laboratório sendo mantidas sob circulação forçada de ar. O processo de secagem complementar foi realizado até as sementes atingirem teor de água de 7,0%.

O armazenamento das sementes foi realizado em sacos plásticos lacrados mantidos em refrigerador a 10 °C, por um período de 44 dias.

Para o teste de germinação, seguiram-se as recomendações e especificações contidas nas Regras para análise de sementes (Brasil, 2009). O experimento foi conduzido em câmara tipo B.O.D. com temperaturas alternadas de 20 e 30 °C, sendo 16 horas no escuro e oito horas de exposição à luz, respectivamente. A semeadura foi realizada em papel toalha na forma de rolo, umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos dentro de sacos plásticos com a finalidade de manter a umidade. Aos 30 dias computaram-se os números de plântulas normais (germinação), plântulas anormais, sementes dormentes e sementes mortas. Conjuntamente ao teste de germinação, realizou-se o teste de primeira contagem, obtendo a porcentagem de plântulas normais aos 15 dias após a instalação do teste. Foram consideradas plântulas normais aquelas que apresentaram todas as estruturas essenciais completas.

Determinou-se a germinação pela porcentagem total de plântulas normais aos 30 dias de instalação do experimento para os tratamentos compostos pelos métodos de quebra de dormência e tempo de armazenamento. Estes tratamentos também foram comparados aos tratamentos adicionais pelo número de plântulas normais; plântulas anormais; sementes dormentes; sementes mortas e primeira contagem.

Os dados dos experimentos foram submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade de variância, seguido da análise de variância a 5% de probabilidade. O efeito dos fatores, métodos para quebra de dormência e tempo de armazenamento, sobre as variáveis resposta foi avaliado por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos, compostos pelos fatores métodos de quebra de dormência e tempo de armazenamento, foram comparados aos tratamentos adicionais (Controles A, B e C), aplicando-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade enquanto os tratamentos adicionais foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas, empregando-se o programa computacional R (R Core Team, 2013).

Resultados e discussão

O teor de água médio das sementes, determinado antes do início dos experimentos, foi de 74,4%.

Na Tabela 2 é apresentado o resultado da análise de variância para avaliação do efeito dos fatores, métodos de quebra de dormência e tempo de armazenamento, sobre a germinação. Observou-se que a interação entre os fatores método e armazenamento também foi significativa à 5% de probabilidade.

Tabela 2. Análise de variância do efeito dos diferentes métodos e tempos de armazenamento na germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Método (M)	2	26498,00	13249,00	387,91*	<0,001
Erro a	21	717,00	34,20		
Armazenamento (A)	1	11719,00	11718,80	168,88*	<0,001
M x A	2	978,00	489,00	7,05*	<0,005
Erro b	21	1457,00	69,40		
Total	47	41369,00			
Média	53,38				
CVa (%)	10,95				
CVb (%)	15,61				

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 é apresentado o resultado para a análise de variância referente ao desdobramento dos métodos de quebra de dormência dentro de cada tempo de armazenamento.

Tabela 3. Análise de variância do desdobramento dos métodos dentro de cada tempo de armazenamento A1 e A2, referentes a 0 e 44 dias, respectivamente.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Método:Armazenamento A1	2	13972,00	6986,00	134,93*	<0,001
Método:Armazenamento A2	2	13504,00	6752,00	130,41*	<0,001
Resíduo	38	1948,809	51,77		

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

Na ausência de armazenamento (A1) não houve diferença entre os métodos M1 e M2 (M1 – Método da Peneira + Secagem a 7%, tratamento D e M2 – Método da Peneira + Secagem a 7% + NaOCl, tratamento F), enquanto ambos diferiram do método M3 (M3 – NaOCl + Secagem a 7%, tratamento H) (Figura 1).

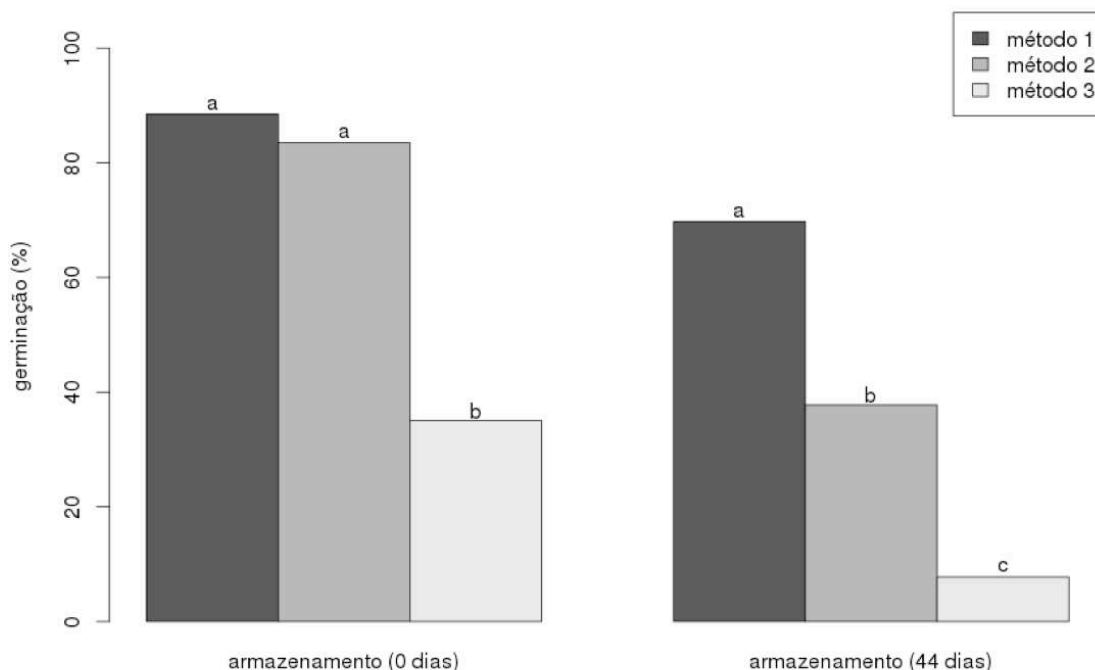


Figura 1. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão, para os diferentes métodos dentro de cada nível de armazenamento.

De acordo com as médias dos métodos M1, M2 e M3 na ausência de armazenamento (A1) (Figura 1), o hipoclorito de sódio foi prejudicial quando aplicado antes da secagem, apresentando nestas condições uma média de 35,0% de germinação (M3 – tratamento H), resultado significativamente inferior às médias de 88,5% e 83,5% obtidas para os métodos M1 (tratamento D) e M2 (tratamento F), respectivamente.

Após 44 dias de armazenamento (A2), os três métodos diferiram significativamente entre si a 5% de probabilidade. O método M1 (M1 – Método da Peneira + Secagem a 7%, tratamento E) foi superior aos demais, deixando claro o efeito prejudicial do hipoclorito de sódio nas sementes armazenadas (Figura 1).

Na Figura 1, é possível observar que o método da peneira, seguida por secagem das sementes a 7%, tanto em sementes sem armazenamento quanto em sementes armazenadas (tratamentos D e E respectivamente), teve média superior aos demais. Em sementes sem armazenamento, o método M1 não diferiu significamente do M2 (tratamentos D e F respectivamente). No entanto, o tratamento referente ao M1 é mais vantajoso por se tratar de uma etapa a menos, reduzindo custos no preparo das sementes. Após os 44 dias de armazenamento, as sementes submetidas aos métodos M2 e M3 (tratamentos G e I, respectivamente), ambos com utilização do hipoclorito de sódio, não tiveram a capacidade de recuperar as funções biológicas para um elevado

porcentual germinativo. Os resultados com sementes armazenadas, tanto com uso do hipoclorito de sódio antes da secagem (M3 – tratamento I) quanto após a secagem e armazenamento (M2 – tratamento G), mostraram-se com menor porcentual germinativo, ou seja, afetadas negativamente pelo uso do hipoclorito de sódio quando comparadas com o M1 (tratamento E), ou seja, sem o uso de hipoclorito de sódio.

Segundo Venturini et al. (2012), a secagem é um processo de eliminação de líquidos da superfície e do interior de um material, a qual ocorre por evaporação e transferência de calor e massa. Segundo os autores, a secagem é utilizada para impedir a decomposição de materiais biológicos, assim como facilitar o transporte e armazenamento. Provavelmente, as sementes absorveram o hipoclorito de sódio e, a partir do início do processo de secagem (tratamentos H e I) e após a secagem (tratamentos F e G), o hipoclorito de sódio passou de maneira drástica por várias camadas das sementes, prejudicando seriamente estruturas essenciais para a germinação. O efeito negativo pode ter ocorrido por uma troca de água entre as camadas das sementes, fazendo com que o hipoclorito atingisse regiões como o embrião, afetando a germinação.

Na Tabela 4 é apresentado o resultado para a análise de variância relativa ao desdobramento do armazenamento dentro de cada método.

Tabela 4. Análise de variância do desdobramento dos tempos de armazenamento dentro de cada método de quebra de dormência.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Armazenamento:Método M1	1	2070,25	2070,25	29,83*	<0,001
Armazenamento:Método M2	1	7656,25	7656,25	110,33*	<0,001
Armazenamento:Método M3	1	2970,25	2970,25	42,80*	<0,001
Erro b	21	1457,25	69,39		

* - significativo em nível de 5% de probabilidade.

O armazenamento de 44 dias foi prejudicial para a germinação aos 30 dias para todos os métodos de quebra de dormência (tratamentos E, G e I) (Figura 2). Estes resultados contrastam com os encontrados por Berbert et al. (2008), nos quais o porcentual de germinação, depois da retirada da sarcotesta pelo método da peneira e secagem até 8% do teor de água, foi de 75,0%, aumentando para 87,0% após 4 meses de armazenamento. No entanto, após oito meses de armazenamento os autores observaram uma redução da germinação para 66,0%.

Neste estudo foram encontrados valores de germinação no período inicial de 88,5% (tratamento D), enquanto após o armazenamento houve uma redução para 65,8% (tratamento E) para o método M1. Para o método M2, sem o armazenamento, a germinação foi de 83,5% (tratamento F) reduzindo para 39,8% (tratamento G) após o armazenamento. Para o M3, embora a germinação tenha sido baixa antes do armazenamento, houve ainda uma queda após o armazenamento passando de 35,0% (tratamento H) para 7,8% (tratamento I) (Figura 2).

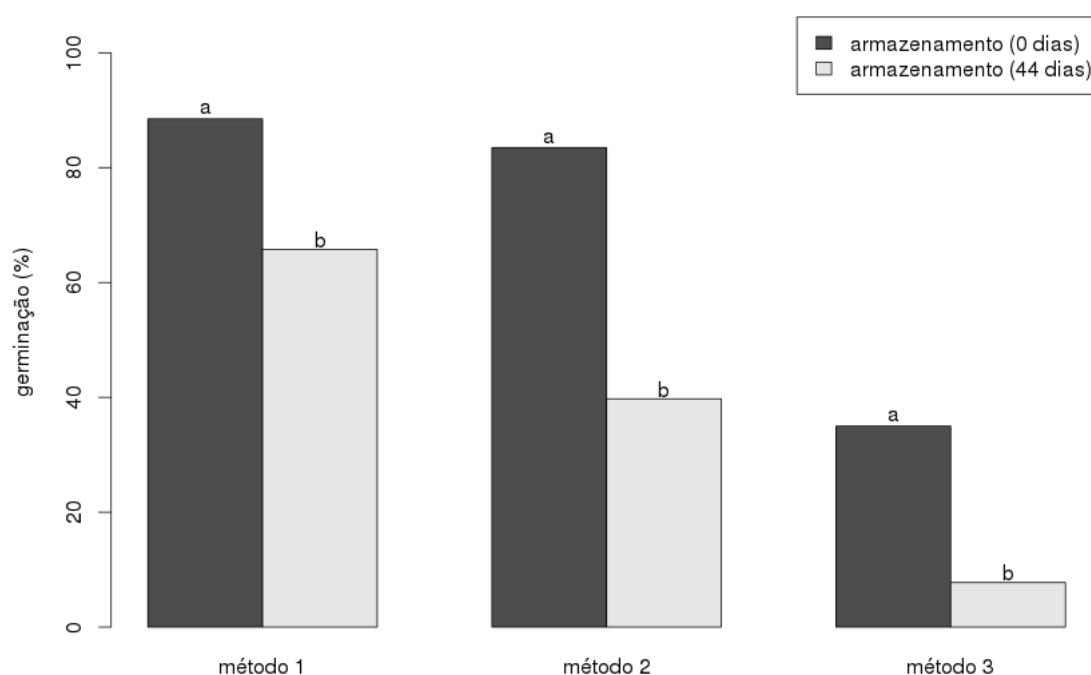


Figura 2. Germinação, aos 30 dias, de sementes de mamão, para os diferentes tempos de armazenamento dentro de cada método de quebra de dormência.

Houve efeito prejudicial do uso do hipoclorito de sódio antes da secagem (Método 3 – tratamentos H e I), sendo acentuado quando as sementes foram armazenadas por 44 dias (tratamento I). O armazenamento das sementes por 44 dias, de maneira geral, foi um fator prejudicial por reduzir consideravelmente o percentual germinativo no método 1 (E), método 2 (G) e método 3 (I) (Figura 2).

As análises de variância para as médias de plântulas normais (germinação) e anormais, de sementes dormentes e germinação pela primeira contagem para os tratamentos em relação a cada controle (tratamentos adicionais A, B e C) e entre os controles foi significativo em nível de 5% de probabilidade. No entanto, para o número

de sementes mortas, não foram observadas diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade, dos tratamentos em relação aos controles e para os controles entre si.

Nas Tabelas 5 e 6, encontram-se os resultados sumarizados para os diferentes tratamentos em relação aos controles e os controles entre si, respectivamente, avaliados com base nas médias das plântulas normais, plântulas anormais, sementes dormentes e primeira contagem. Nota-se que os melhores resultados para plântulas normais foram os tratamentos D e F com germinação média de 88,5% e 83,5%, respectivamente, sendo superiores aos controles A (37,5%), B (56,5%) e C (22,0%). A maior média para plântulas normais apresentada pelo tratamento D (Método da Peneira + Secagem até teor de água de 7% + sem armazenamento) dispensa o uso de hipoclorito de sódio (6% de cloro ativo durante 12 horas), eliminando assim uma etapa e reduzindo custos. É possível constatar, comparando os tratamentos B e D, que a secagem a 7% após a remoção da sarcotesta foi benéfica para o aumento do percentual de plântulas normais.

Os tratamentos de maiores médias para plântulas normais (tratamento D e F) estão entre os que apresentaram menores valores de plântulas anormais não diferindo dos controles e também apresentando menores índices de sementes dormentes, sendo significativamente inferiores aos controles (Tabela 5).

O desempenho das plântulas pelo teste de primeira contagem teve como destaque pela maior média o tratamento D (Tabela 5) sendo superior às médias dos controles.

Tabela 5. Efeito dos tratamentos sobre as plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes dormentes (SD) e plântulas normais na primeira contagem (PC).

	PN			PA			SD			PC						
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C				
	37,5	56,5	22,0	37,5	56,5	22,0	37,5	56,5	22,0	37,5	56,5	22,0				
D	88,5	+	+	+	0,0	ns	ns	ns	11,5	-	-	-	81,5	+	+	+
E	65,8	+	ns	+	4,5	+	+	+	28,3	-	-	-	62,3	+	+	+
F	83,5	+	+	+	0,0	ns	ns	ns	16,3	-	-	-	63,5	+	+	+
G	39,8	ns	-	+	8,3	+	+	+	51,3	-	ns	-	29,3	+	ns	+
H	35,0	ns	-	+	0,0	ns	ns	ns	65,0	ns	+	-	11,3	ns	-	ns
I	7,8	-	-	-	7,5	+	+	+	84,5	+	+	ns	3,5	ns	-	ns

+ Significativo e superior em relação ao controle na coluna, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

- Significativo e inferior em relação ao controle na coluna.

ns Não significativo em relação ao controle na coluna.

Os controles não diferiram estatisticamente entre si para o número de plântulas anormais. No entanto, foi possível observar o impedimento da germinação ocorrido pela

presença da sarcotesta no tratamento C, apresentando baixo valor de plântulas normais e elevado número de sementes dormentes (Tabela 6), fato este que vem sendo comprovado por diversos autores (Tokuhisa et al., 2007b; Tokuhisa et al., 2007c; Dias et al., 2012). Por outro lado, logo após a retirada da sarcotesta (tratamentos A e B) houve aumento considerável na germinação; no entanto, este aumento não foi suficiente para que houvesse um elevado percentual germinativo das sementes de mamão. Visualmente, o uso do hipoclorito de sódio a 6% por 12 horas em sementes intactas (tratamento A) foi eficaz na retirada da sarcotesta; entretanto, prejudicou a germinação das sementes, provavelmente por ter afetado alguma estrutura essencial para a germinação (Tabela 6).

Embora com média baixa, o método da peneira (tratamento B) se destacou entre os controles, apresentando maiores valores de plântulas normais, primeira contagem e menores valores de sementes dormentes (Tabela 6). Tais resultados mostram a necessidade da retirada da sarcotesta no processo germinativo, corroborando com vários autores (Wagner, 1985; Schmildt et al., 1993; Tokuhisa et al., 2007a; Tokuhisa et al. 2007b; Tokuhisa et al. 2008), embora tal procedimento por si só não seja o suficiente para o melhor desempenho germinativo das sementes.

Tabela 6. Efeito dos controles sobre as plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes dormentes (SD) e plântulas normais na primeira contagem (PC).

	PN		PA		SD		PC	
A	37,5	B	0,0	A	62,5	B	6,0	B
B	56,5	A	0,0	A	43,5	C	31,5	A
C	22,0	C	0,0	A	78,0	A	3,3	B

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora o hipoclorito de sódio tenha retirado a sarcotesta, provavelmente na concentração, tempo de embebição e proporção utilizado no presente trabalho houve efeito tóxico no embrião. Sugere-se a realização de novos trabalhos com hipoclorito de sódio variando-se a concentração, tempo e a proporção. Além de outros tempos de armazenamento, visando melhoria da qualidade das sementes.

Conclusões

O uso do hipoclorito de sódio a 6% de cloro ativo, por 12 horas de embebição, na proporção de 380 sementes por 127 mL de solução (0,3 mL de solução por semente) foi eficiente para a retirada da sarcotesta, porém foi prejudicial a germinação.

O armazenamento, por 44 dias, prejudicou a germinação.

A remoção da sarcotesta pelo método da peneira, seguida por secagem das sementes até um teor de água de 7%, é eficiente para elevar a germinação.

Referências

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; BALBINOT, E.; NUNES, G. H. S. Qualidade fisiológica de sementes de mamão após o armazenamento dos frutos e de sementes. **Caatinga**, v.20, n.3, p.136-143, 2007.

<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/viewFile/474/192>

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; NUNES, G. H. S.; SANTOS, M. C. M. A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de mamão. **Caatinga**, v.19, n.3, p.272-277, 2006.

[http://scholar.google.com.br/scholar?q=Condicionamento%20osmótico%20na%20germinação%20de%20sementes%20de%20mamão%20\(Carica%20papaya%20L.\)](http://scholar.google.com.br/scholar?q=Condicionamento%20osmótico%20na%20germinação%20de%20sementes%20de%20mamão%20(Carica%20papaya%20L.))

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; GONZAGA, M. P. Época de colheita e período de repouso dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv Golden na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ciência Rural**, v.35, n.3, p.537-543, 2005. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n3/a08v35n3.pdf>

BERBERT, P. A.; CARLESSO, V. O.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; THIÉBAUT, J. T. L.; OLIVEIRA, M. T. R. Qualidade fisiológica de sementes de mamão em função da secagem e do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.40-48, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a06v30n1.pdf>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; THIÉBAUT, J. T. L.; OLIVEIRA, M. T. R. Germinação e vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden secadas em altas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.228-235, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n2/v31n2a27.pdf>

DIAS, M. A.; SEDIYAMA, C. A. Z.; SOUZA NETO, J. D.; CONCEIÇÃO, P. M.; TOREZANI, S. C. Resposta fisiológica de sementes de mamão submetidas ao

- condicionamento osmótico. **Revista Caatinga**, v.25, n.4, p.82-87, 2012. http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2389/pdf_30
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. Effect of storage temperature and moisture on the germination of papaya seeds. **Seed Science Research**, v.1, n.1, p.69-72, 1991. <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=1287556>
- IBRAHIM, H.; OLADIRAN, J. A.; HABILA, J. The effects of sarcotesta and storage temperature on the longevity of seeds of five papaya (*Carica papaya*) landraces. **International Journal of Science and Nature**, v.2, n.4, p.727-732, 2011. [http://scienceandnature.org/IJSN_Vol2\(4\)D2011/IJSN-VOL2\(4\)-6.pdf](http://scienceandnature.org/IJSN_Vol2(4)D2011/IJSN-VOL2(4)-6.pdf)
- LEONEL, S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Influência da alternância de temperatura e tratamentos com GA₃ na germinação de sementes de mamoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.19, n.1, p.68-72, 1998. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4233/4519>
- MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.12-17, 2005. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v27n2/a03v27n2.pdf>
- R CORE TEAM (2013). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. <http://www.R-project.org/>
- SCHMILDT, E. R.; FRONZA, V.; DIAZ, J. L. S.; UNÊDA, S. H.; ALVARENGA, E. M. Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de sementes de mamoeiro (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.147-151, 1993. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1993/v15n2/artigo01.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Época de colheita dos frutos e ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.75-80, 2008.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n2/a10v30n2.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamento para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.131-139, 2007a.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/18.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; HILST, P. C.; DEMUNER, A. J. Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.161-168, 2007b.
<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2007/v29n3/artigo22.pdf>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; HILST, P. C.; DEMUNER, A. J. Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.180-188, 2007c.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n3/a22v29n3.pdf>

VENTURINI, T.; BENCHIMOL, L. R.; BERTUOL, D. A.; ROSA, M. B.; MEILI, L. Estudo da secagem e extração de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.5, n.5, p.950-959, 2012.
<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/view/4640/3223>

VIGGIANO, J. R.; VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; VIANA, A. P. Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função do grau de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.279-287, 2000.
<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2000/v22n2/artigo37.pdf>

WAGNER, C. L. Efeito da remoção do arilo, por fermentação, na germinação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Caatinga**, v.5, n.1, p.60-62, 1985.
<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2529/4986>

6. CONCLUSÃO GERAL

Nas condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir:

O hipoclorito de sódio removeu parcial ou totalmente a sarcotesta, sem favorecer a germinação.

A remoção da sarcotesta pelo método da peneira não é suficiente para que ocorra a germinação potencial do lote.

Após a retirada da sarcotesta pelo método da peneira, recomenda-se a imersão das sementes em água parada por 24 horas, sendo uma alternativa para a recomendação pelas Regras para análise de sementes devido à economia de água e facilidade do trabalho.

A primeira contagem deve ser realizada aos 15 dias após início do teste de germinação.

A utilização de 20 mL de solução de hipoclorito de sódio por semente, na concentração de 2% de cloro ativo, durante 24 horas, é uma alternativa para a retirada manual da sarcotesta por favorecer a germinação, assim como o tratamento da peneira acrescido de 24 horas em água parada.

Pelas observações anatômicas, o hipoclorito de sódio não afetou o endosperma e, conseqüentemente o embrião, podendo ser uma alternativa à retirada manual da sarcotesta.

O uso do hipoclorito de sódio a 6% de cloro ativo, por 12 horas de embebição, na proporção de 380 sementes por 127 mL de solução (0,3 mL de solução por semente) foi eficiente para a retirada da sarcotesta, porém foi prejudicial a germinação.

O armazenamento, por 44 dias, prejudicou a germinação.

A remoção da sarcotesta pelo método da peneira, seguida por secagem das sementes até um teor de água de 7%, é eficiente para elevar a germinação.