

SINDY JOHANNA GÓMEZ

**EFEITO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
INTEGRIDADE DO TEGUMENTO DE SEMENTES DE MAMÃO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

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

T

G633e
2016
Gómez, Sindy Johanna, 1986-
Efeito do hipoclorito de sódio na qualidade fisiológica e
integridade do tegumento de sementes de mamão / Sindy
Johanna Gómez. – Viçosa, MG, 2016.
x, 48f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Eduardo Fontes Araújo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.42-48.

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

CDD 22. ed. 634.651

SINDY JOHANNA GÓMEZ

**EFEITO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
INTEGRIDADE DO TEGUMENTO DE SEMENTES DE MAMÃO**

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

APROVADA: 8 de março de 2016.

Laércio Junio da Silva
(Coorientador)

Roberto Fontes Araújo
(Coorientador)

Alisson Vinicius de Araujo

Eduardo Fontes Araújo
(Orientador)

A meu esposo Fernando,

a meu sobrinho Santiago, por ser minha força.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A meu esposo, meu sobrinho e demais familiares, pelo apoio e amor incondicional.

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

À empresa Caliman Agrícola pelo fornecimento dos frutos.

Ao professor Eduardo Fontes Araujo, pela orientação, paciência e apoio.

Aos coorientadores Laércio Junio da Silva e Roberto Fontes Araujo, pelas contribuições e sugestões.

À Doutora Genaina Aparecida de Souza, por todas as sugestões, ajuda e paciência.

A todos meus amigos do Laboratório de pesquisa em sementes, pela ajuda e momentos de descontração.

A todos os que contribuíram de diversas formas e, fizeram da minha estadia no Brasil uma experiência grata: Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Cultura do mamoeiro	4
2.2. Aspectos morfológicos da semente	5
2.3. Dormência em sementes de Mamão	6
2.3.1. Tratamentos utilizados na superação de dormência	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Testes de germinação e primeira contagem	15
4.2. Testes de emergência e índice de velocidade de emergência	30
4.3. Microscopia de varredura do tegumento das sementes de mamão	33
5. CONCLUSÕES	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE QUADROS

Tabela 1. Descrição de todos os tratamentos testados no experimento	10
Tabela 2. Tratamentos selecionados para o teste de emergência e caracterizados na microscopia eletrônica de varredura em sementes de mamão	12
Tabela 3. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de germinação (GER) e de primeira contagem da germinação (PC) de sementes de mamão, considerando todos os tratamentos para superação da dormência	15
Tabela 4. Germinação (%) de sementes de mamão expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição, proporção (volume de solução: volume de sementes), e submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência	16
Tabela 5. Resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação (GER) e primeira contagem da germinação (PC) de sementes de mamão submetidas a diferentes tratamentos para superação da dormência (tratamentos adicionais)	18
Tabela 6. Germinação (%) de sementes de mamão submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência	18
Tabela 7. Resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação (GER) e primeira contagem da germinação (PC) de sementes de mamão, expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição e proporção (volume de solução: volume de sementes)	20
Tabela 8. Germinação (%) de sementes de mamão em função de diferentes tempos de exposição e concentrações de hipoclorito de sódio	20
Tabela 9. Germinação (%) de sementes de mamão em função de diferentes proporções (volume de solução: volume de sementes) e concentrações de hipoclorito de sódio	22

Tabela 10. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição, proporção (volume de solução: volume de sementes), e submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência	25
Tabela 11. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência	26
Tabela 12. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão em função de diferentes tempos de exposição e concentrações de hipoclorito de sódio	27
Tabela 13. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão em função de diferentes proporções (volume de solução: volume de sementes) e concentrações de hipoclorito de sódio	28
Tabela 14. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamão, considerando os tratamentos selecionados para esses testes (Tabela 2)	30
Tabela 15. Emergência (%) de sementes de mamão expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição, proporção (volume de solução: volume de sementes), e submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência	31
Tabela 16. Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamão expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição, proporção (volume de solução: volume de sementes), e submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência	32
Tabela 17. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE), considerando os tratamentos adicionais	32

RESUMO

GÓMEZ, Sindy Johanna, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2016. **Efeito do hipoclorito de sódio na qualidade fisiológica e integridade do tegumento de sementes de mamão.** Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Coorientadores: Laércio Junio da Silva e Roberto Fontes Araujo.

A semente de mamão (*Carica papaya* L.) apresenta germinação lenta e irregular, devido a compostos fenólicos presentes no tegumento que limitam o intercâmbio de gases. O hipoclorito de sódio (NaClO), sendo um forte oxidante, pode agir na superação de dormência ao alterar as estruturas do tegumento. Entretanto, sua ação varia conforme a concentração, o tempo de exposição das sementes à solução e a relação entre a quantidade de produto e a massa de sementes (proporção). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do hipoclorito de sódio, considerando novas combinações de concentração, tempo de exposição e proporção, na sarcotesta e/ou outras camadas do tegumento e seu efeito no potencial germinativo das sementes de mamão. As sementes foram avaliadas quanto à germinação e o vigor, pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência. A caracterização anatômica do tegumento externo foi realizada por meio da microscopia eletrônica de varredura. O experimento foi conduzido segundo o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento, e cada repetição composta de duas réplicas de 50 sementes cada. Os tratamentos para os testes de germinação e primeira contagem foram dispostos em esquema fatorial $4 \times 4 \times 3 + 4$, ou seja, quatro concentrações de solução de NaClO (0, 2, 4 e 6% de cloro ativo), quatro proporções (1:1; 2:1; 3:1 e 6:1; volume de solução: volume de sementes) e três tempos de exposição (8, 16 e 24 h), mais quatro tratamentos adicionais: **a)** sementes intactas (testemunha); **b)** método da peneira/empresa; **c)** tratamento 2%, 20:1, 24 h (concentração, mL de solução: número de sementes, e tempo de exposição de hipoclorito de sódio, respectivamente), e **d)** método da peneira+ 24 h em água parada, totalizando 52 tratamentos. Para a avaliação da emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, os tratamentos constaram de: quatro concentrações (0, 2, 4 e 6% de cloro ativo) na proporção 3:1 durante 24 h de exposição, três tempos de exposição (8, 16 e 24 h) a 4% de concentração de cloro e na proporção 1:1, quatro proporções (1:1, 2:1, 3:1 e 6:1) a 6% de concentração de cloro, durante 16 h de exposição, mais três tratamentos adicionais: **a)** sementes intactas (testemunha); **b)** tratamento 2%, 20:1, 24 h

(concentração, mL de solução: número de sementes, e tempo de exposição de hipoclorito de sódio, respectivamente) e c) método da peneira+ 24 h em água parada; totalizando 14 tratamentos. Os tratamentos do teste de germinação e primeira contagem do teste de germinação foram comparados com os tratamentos adicionais pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, e os tratamentos adicionais entre si, pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade. As médias obtidas da concentração foram submetidas a análise de regressão. Os dados obtidos no teste de emergência e índice de velocidade de emergência foram comparados com os tratamentos adicionais pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, e os tratamentos adicionais entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. A exposição das sementes de mamão em soluções de hipoclorito de sódio não favoreceu a germinação, sendo prejudicial em concentrações mais elevadas. Os fatores concentração e proporção de hipoclorito de sódio foram prejudiciais à germinação das sementes, principalmente quando adotadas combinações com valores elevados de ambos. O tempo de exposição das sementes ao hipoclorito de sódio não afetou a germinação. O hipoclorito de sódio afetou a integridade do tegumento das sementes. O tratamento 0% de cloro ativo (imersão em água), proporção 2:1, 24 h de exposição, teve efeito semelhante aos tratamentos adicionais na germinação e foi superior aos demais na velocidade de germinação das sementes. Recomenda-se novos estudos, com concentração de hipoclorito de sódio próximo ou inferior a 4%, em lotes de sementes provenientes de frutos com diferentes históricos, ou seja, com qualidade fisiológica e dormência diferenciadas.

ABSTRACT

GÓMEZ, Sindy Johanna, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2016. **Effect of sodium hypochlorite in the physiological quality and integrity of papaya seed tegument.** Adviser: Eduardo Fontes Araujo. Co-adviser: Laércio Junio da Silva and Roberto Fontes Araujo.

The papaya seed (*Carica papaya* L.) has slow and irregular germination since the phenolic compounds present in the seed coat limit the exchange of gases. Sodium hypochlorite (NaClO) is a strong oxidant, acts on dormancy breaking by changing the seed coat structures. However, their action can vary with concentration, the exposure time of the seeds in the solution and the relationship between the amount of product and seed mass (ratio). Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of sodium hypochlorite, considering new combinations of concentration, exposure time and ratio in the sarcotesta and/or other seed coat layers and their effect on germination potential of papaya seeds. The seeds were evaluated for germination and vigor, by the germination tests, first count of the germination, seedling emergence and the emergence velocity index (EVI). The anatomic characterization of the outer tegument was performed by scanning electron microscopy. The experiment was conducted according to a randomized complete blocks, with four repetitions per treatment and each replication consisted of two determinations of 50 seeds each. The treatments for the germination and first count were arranged in a factorial design $4 \times 4 \times 3 + 4$, that is, four NaClO solution concentrations (0, 2, 4 and 6% of active chlorine), four ratios (1:1, 2:1, 3:1 and 6:1; volume of solution : seed volume, respectively), and three times of immersion (8, 16 and 24 hours), more four additional treatments: **a)** intact seeds (control); **b)** method of sieve/company; **c)** treating 20:1, 2% 24h (mL solution : number of seeds, concentration and exposure time of sodium hypochlorite, respectively), and **d)** method of sieve + 24 hours in stagnant water, totaling 52 treatments. For the evaluation of seedling emergence and emergence speed index, the treatments consisted of four concentrations (0, 2, 4 and 6% active chlorine) in the ratio 3:1 per 24 hours of exposure. Three exposure times (8, 16 and 24 hours) at 4% chlorine concentration, and the ratio 1:1, four ratios (1:1, 2:1, 3:1 and 6:1) at 6% chlorine concentration, during 16 hours of exposure, more three additional treatments: **a)** intact seeds (control); **b)** treating 20:1 2% 24 (mL solution : number of seeds, concentration and exposure time of sodium hypochlorite, respectively) and **c)** method of sieve + 24 hours in stagnant water, totaling 14 treatments. The germination test treatments and first count

of the germination test were compared with the additional treatments by Dunnett test in 5% of probability, and additional treatments among themselves by Tukey test in 5% of probability. The concentration averages obtained were subjected to regression analysis. Data from the emergency test and emergency speed index were compared with the additional treatments by Dunnett test in 5% of probability, and additional treatments among themselves by Tukey test in 5% of probability. Sodium hypochlorite did not favor papaya seed germination, being harmful at higher concentrations. The factors chlorine concentration and ratio of sodium hypochlorite was detrimental to germination of the seeds, especially when taken combinations with high values of both. The exposure time of the seeds did not influence the effect of sodium hypochlorite on the germination. Sodium hypochlorite affects the integrity of the integument of the seed. The treatment 0% of active chlorine (water immersion), ratio 2:1, 24 h of exposition, had a similar effect to additional treatments and it was superior in the germination seed speed. It is recommended new studies with sodium hypochlorite concentration near or below 4%, in batches of seeds from fruits with different historical, that is with physiological quality and differentiated dormancy.

1. INTRODUÇÃO

A produção de mamão (*Carica papaya* L.) corresponde a 10% da produção mundial de frutas tropicais, constituindo 11 milhões de megagramas (Mg), sendo que 37% são produzidas na América Latina e Caribe (Fao, 2013). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão, superado apenas pela Índia e, devido às excelentes condições de desenvolvimento para o cultivo, o mesmo é realizado em todas as regiões. Em 2013, a produção brasileira foi de 1,6 milhões de Mg, numa área cultivada de 31.989 ha (Embrapa, 2013). Além disso, o Brasil situa-se em segundo lugar, entre os principais países exportadores da fruta, principalmente para o mercado europeu, com uma participação total de 28.562 Mg em 2013 e até julho de 2014 de 19.071 Mg (Agrianual, 2015).

Quanto à produção nacional, os principais produtores são os Estados da Bahia (718.726 Mg), Espírito Santo (404.720 Mg), Minas Gerais (126.849 Mg) e Ceará (118.372 Mg), com um rendimento médio de 49,47 Mg há⁻¹ (Embrapa, 2013).

Apesar de poder ser propagado via vegetativa, o mamoeiro para fins comerciais é multiplicado por mudas provenientes de sementes. Embora a propagação oriunda de sementes seja econômica e prática, apresenta a desvantagem da germinação e emergência serem lentas e irregulares.

A desuniformidade na germinação tem sido relacionada com a sarcotesta (exostesta), material gelatinoso, com presença de compostos fenólicos recobrimo a semente (Tokuhisa et al., 2007a, 2008; Freitas et al., 2011; Cavalcante et al., 2014; Dias et al., 2015). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), esses fenóis podem limitar a entrada de oxigênio na semente, retardando assim, a germinação.

Porém, Viggiano et al. (2000) observaram dormência em sementes de mamão desprovidas de sarcotesta, indicando ser uma dormência pós-colheita. No entanto, Singh e Singh (1981) e Santos et al. (1999) obtiveram germinação máxima em sementes de mamão após a colheita. Acredita-se que vários fatores, como época de colheita, tempo de armazenamento e presença da sarcotesta, podem afetar o poder germinativo das sementes.

As Regras para Análise de Sementes (RAS) recomendam como método para superar a dormência e promover a germinação, a lavagem das sementes por 24 h em água corrente (Brasil, 2009). Esse procedimento apresenta a desvantagem do desperdício de água.

Um método usado por empresas produtoras do setor mamoeiro para a eliminação da sarcostesta é o método da peneira. Neste método, as sementes passam por um período de fermentação (24 h), seguida pela retirada da sarcotesta, com o uso de peneira sob jato de água. Posteriormente, realiza-se a secagem até teor de água de 6-8% e, finalmente, as sementes são armazenadas por três meses, à temperatura de 10 °C e umidade relativa de 60%. No entanto, o principal problema associado com tal método é o elevado tempo de preparo das sementes para o processo produtivo.

Diversos procedimentos físicos têm sido avaliados para a remoção da sarcostesta, visando melhorar a germinação e favorecer a uniformidade das plântulas: remoção por meio da pressão em peneira (Melo e Seleguini, 2013), retirada com areia (Cavalcante et al., 2014) e remoção com liquidificador (Schmidt et al., 1993). Entretanto, não existe, até o momento, um consenso do método da retirada da sarcotesta que seja rápido e que possa dispensar o tempo de armazenamento, requerido para atingir uma germinação satisfatória.

Nesse contexto, o hipoclorito de sódio (NaClO) tem sido testado para melhorar a germinação em sementes de algumas culturas, principalmente café, obtendo resultados satisfatórios na germinação e emergência de plântulas (Dias e Barros, 1993; Meireles et al., 2007; Sofiatti et al., 2008).

O NaClO é um potente oxidante e sua ação na superação de dormência em sementes resulta da remoção ou oxidação de inibidores da germinação (Hisiao et al., 1981) e das modificações nas propriedades das membranas do tegumento, deixando-o mais poroso e, portanto, fornecendo oxigênio adicional para as sementes (Hsiao e Quick 1984).

O NaClO foi testado por Jesus et al. (2015), com a finalidade de avaliar sua efetividade na eliminação da sarcotesta e seu efeito na germinação de sementes de mamão. Foram testadas sementes úmidas (não avaliando o efeito do NaClO após a secagem) submetidas a diferentes concentrações, proporções de cloro ativo e tempo de exposição. Foi concluído que a proporção de 10 sementes por 200 mL de solução, na concentração de 2% de cloro ativo, por 24 h, é uma alternativa eficiente para a retirada da sarcotesta, favorecendo a germinação. Porém, a elevada quantidade do produto necessária para tal fim apresenta uma limitação na utilização desse método.

Viggiano et al. (2000) e Tokuhisa et al. (2007a) também relataram que o uso de hipoclorito de sódio favoreceu a germinação em sementes de mamão, embora a germinação potencial da espécie não tenha sido alcançada.

Pode-se considerar, para sementes de mamão, que as informações de uso do NaClO na superação de dormência ainda são incipientes e inconclusivas. Isso porque, apesar da efetividade do produto auxiliando a germinação, a mesma pode variar conforme a concentração, o tempo de exposição e a quantidade da solução aplicada nas sementes (proporção); portanto, resultados conflitantes são recorrentes.

Também é importante avaliar o comportamento das sementes quando submetidas à secagem após o uso do NaClO, uma vez que os estudos, em geral, se limitam principalmente a testar tratamentos em sementes úmidas.

Desse modo, é preciso definir uma metodologia eficiente para a utilização de NaClO em sementes de mamão, considerando principalmente a combinação correta dos fatores concentração, proporção e tempo de exposição, como uma alternativa para a retirada manual da sarcotesta.

Presume-se que o NaClO afete outras camadas do tegumento (esclerotesta), portanto, agindo na dormência pós-colheita. Isso ocorre porque os compostos fenólicos, que prejudicam a germinação, se encontram também na esclerotesta (Tokuhisa et al., 2007b). Por conseguinte, com a remoção desses fenóis nas várias camadas do tegumento, poderia ser dispensado o tempo de armazenamento das sementes, comumente utilizado nas empresas do setor mamoeiro para atingir germinação satisfatória.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do hipoclorito de sódio, considerando novas combinações de concentração, tempo de exposição e proporção, na eliminação da sarcotesta e/ou outras camadas do tegumento, e seu efeito no potencial germinativo das sementes de mamão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do mamoeiro

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) pertence à família Caricaceae, que representa seis gêneros e 35 espécies. O gênero *Carica* possui uma única espécie, a *Carica papaya*, seu centro de origem é o continente americano, encontrando-se diversidade genética máxima na Bacia Amazônica Superior. Os gêneros *Horovitzia* (uma espécie), *Jacaratia* (sete espécies), *Jarilla* (três espécies) e *Vasconcellea* (21 espécies) também são originários do continente americano, enquanto o gênero *Cylicomorpha* (duas espécies) pertence ao continente africano (Embrapa, 2013). *Carica papaya* é a espécie de grande interesse comercial.

O mamoeiro é uma planta tropical intensamente cultivada no mundo, que se desenvolve satisfatoriamente em temperaturas entre 22 °C e 26 °C. A altitude indicada para o cultivo das variedades produzidas no Brasil é de 200 m acima do nível do mar, embora possa ser cultivado em altitudes mais elevadas (Embrapa, 2013).

O mamoeiro inicia a frutificação de oito a 10 meses após o plantio, sendo a propagação realizada principalmente via semente, produzindo rapidamente e o ano inteiro (Medeiros e Oliveira, 2007). Assim, os plantios precisam ser renovados, em média, a cada três anos. Isso gera, grande demanda por sementes e/ou mudas. Considerando que a área cultivada no ano 2013 foi de 31.989 hectares (Agriannual, 2015) e, para a implantação de uma hectare de mamoeiro são necessários 200 gramas de sementes, estima-se que 6,4 Mg de sementes são necessárias para a renovação de todos os pomares.

Dois grupos de mamoeiro são cultivados no Brasil, categorizados segundo o tipo de fruto: Formosa e Solo. O grupo Formosa é constituído por cultivares híbridas, na maioria importadas de Taiwan (Embrapa, 2013). Entretanto, alguns híbridos nacionais já foram disponibilizados no mercado, como a Calimosa, lançada em 2001 e a primeira variedade nacional do grupo Formosa, a ‘Rubi Incaper 511’, lançada em 2011 (Ruggiero et al., 2011). As variedades desse grupo são adequadas apenas para o mercado interno (Dantas, 2000), uma vez que os frutos são de tamanho e massa maiores que os exigidos para a exportação.

Os mamoeiros do grupo Solo são formados por linhagens puras geradas por consecutivas autofecundações e, portanto, geneticamente mais uniformes. Dentre essas

cultivares, as principais exploradas no Brasil são: Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo cv. 72/12, Golden, Kapoho Solo, Waimanalo, Higgins e Baixinho de Santa Amália (Embrapa, 2013). A maioria das cultivares utilizadas no mundo são do grupo Solo, comercializadas tanto no mercado interno como no externo.

Dentro do grupo Solo, a variedade Golden se destaca por apresentar maior aceitação no mercado internacional, por possuir frutos de formato piriforme, característico de plantas com flores hermafroditas, tamanho uniforme, além de exibir excelente aspecto visual, sendo atributos de frutos com maior valor comercial (Embrapa, 2013).

2.2. Aspectos morfológicos da semente

As semente de mamão provém de óvulo anátropo e bitegmentado, cuja semente madura é composta pela testa, tégmen, endosperma e embrião (Corner, 1976). O formato é elipsoide e a coloração preta (Couto e Nacif, 1999).

A testa é constituída, na sequência, pela sarcotesta, mesotesta e endotesta, seguida pelo tégmen que rodeia o endosperma e o embrião. A sacortesta (exotesta) consiste da proteção mucilaginosa e higroscópica que recobre a semente. A mesotesta se compõe de camadas enrugadas que formam protuberâncias de cor marrom escura (Corner, 1976; Santos et al., 2009). Segundo Paoli (2006), essas protuberâncias são formadas pela multiplicação da primina (tegumento externo do óvulo), que passa por diversas divisões aumentando o número de camadas celulares, as quais se processam de maneira desuniforme.

O tecido da endotesta apresenta coloração marrom claro; abaixo desse, encontra-se o tégmen. A testa e o tégmen provêm dos integumentos externo (primina) e interno (secundina) do óvulo; juntos, formam o tegumento que reveste o endosperma e o embrião (Foster, 1943).

O endosperma possui coloração branca leitosa e consistência carnososa e suave, rodeando completamente o embrião. O eixo embrionário e os cotilédones apresentam a mesma coloração branca e leitosa e consistência firme (Corner, 1976; Santos et al., 2009).

2.3. Dormência em sementes de mamão

A dormência representa uma condição adaptativa e de defesa das sementes contra as variações do ambiente, sendo também influenciada por fatores genéticos. Essa condição impede, por um determinado intervalo de tempo, a normal atividade metabólica das sementes na germinação (Marcos Filho, 2015). A dormência pode se manifestar ou ser do tipo: dormência imposta pelo tegumento, dormência embrionária e dormência devido ao desequilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras de germinação (Bewley e Black, 1994).

A dormência imposta pela impermeabilidade do envoltório ao oxigênio ou outros gases (dormência fisiológica) é devido à presença de compostos fenólicos que retêm o O₂ e este não chega ao embrião (Baskin e Baskin, 2014). Em sementes de mamão, a presença de compostos fenólicos têm sido atribuída à germinação lenta e irregular, podendo ser encontrados tanto na esclerotesta (mesotesta e endotesta) como na sarcotesta (Tokuhisa et al., 2008; Dias et al., 2015). Esses autores observaram que a presença da sarcotesta na semente diminui a velocidade e a porcentagem de germinação, e que a intensidade de dormência está associada com a época de desenvolvimento dos frutos. Sementes obtidas de frutos, que amadureceram em épocas de temperaturas mais altas, tiveram menor intensidade de dormência, assim como menor concentração de fenóis. O oposto foi observado quando as temperaturas registradas foram menores, com maior porcentagem de sementes dormentes.

Outros fatores são mencionados na literatura por influenciar na germinação das sementes de mamão: o armazenamento do fruto e da semente (Aroucha et al., 2005, 2007), o estágio de maturação do fruto (Lopez et al., 2009), o tipo de fruto e massa específica das sementes (Martins et al., 2005). Entretanto, esses estudos exibem como característica em comum a eliminação parcial ou total da sarcotesta, antes de as sementes serem submetidas aos tratamentos.

2.3.1. Tratamentos utilizados na superação de dormência

Frequentemente os procedimentos utilizados para melhorar a porcentagem de germinação das sementes de mamão se baseiam na retirada da sarcotesta por procedimentos manuais. Melo & Seleguini (2013) testaram a pressão em peneira com água corrente, fricção em areia grossa e esfregaço com escova de cerdas plásticas

grossas, observando que, independentemente do método usado, a porcentagem de emergência foi favorecida com a retirada da sarcotesta. Entretanto, como registrado por Jesus et al. (2015) e relatado por empresas do setor sementeiro, estes procedimentos consomem grande mão de obra e tempo, não sendo viáveis para um grande número de sementes.

Desse modo, os tratamentos químicos podem ser uma solução potencial para a superação da dormência, uma vez que são de rápida execução e podem ser aplicados de forma homogênea numa massa de sementes. Em sementes de mamão, Leonel et al. (1998) observaram melhoria na germinação (53%) com o uso de ácido giberélico, sendo que a germinação foi nula sem o uso do hormônio. Yahiro e Oryoji (1980) obtiveram germinação de 60% com o uso de ácido giberélico em sementes de mamão, apenas com elevadas concentrações (1000 ppm).

Tratamentos com NaClO são comumente empregados na desinfestação e germinação de sementes. Souza et al. (2011) relataram que sementes de guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens* Berg.) expostas a concentrações de 4 e 6% de cloro ativo, além de serem desinfestadas eficientemente, apresentaram maior porcentagem de germinação. Resultados divergentes foram encontrados por Carnellosi et al. (1995), que testaram o efeito do NaClO na germinação de sementes de alface imersas a 2% de concentração de cloro, e verificaram que a germinação foi prejudicada devido ao efeito escarificante do cloro. Esses resultados sugerem que a efetividade do método é também influenciada pelo grau de barreira física imposta pelo tegumento, pois na semente de alface o tegumento é um tecido relativamente mais fino.

O tegumento nas sementes de mamão representa tanto uma barreira física pela natureza bitementada, como química pela presença de fenóis, no processo de germinação. Nesse contexto, o NaClO tem mostrado resultados promissores na melhoria da germinação. Tokuhisa et al. (2007a) testaram o hipoclorito de sódio em sementes de mamão sem sarcotesta por 3, 4 e 5 h de imersão a 0,5% de concentração de cloro, observando aumento na germinação apenas no tempo de 5 h. Viggiano et al. (2000), ao estudarem o NaClO em sementes de mamão sem sarcotesta, imersas a 0,5% de cloro na proporção 1:0,4 (número de sementes: mL de solução) por períodos de tempo de 15, 30, 60 e 120 min, encontraram germinação crescente à medida que o tempo aumentava até 120 minutos. Dean et al. (2011) avaliaram tratamentos com ácido clorídrico a 0,3 e 0,5% durante 1 h e ácido sulfúrico a 0,3% por 1,5 h, além de NaClO a 5% de cloro ativo por 30 min de exposição, sobre a germinação e vigor em sementes de mamão com sarcotesta.

Observaram que o tratamento com NaClO superou os demais, alcançando germinação de 98%; também, os tratamentos usando ácidos se mostraram eficientes para melhoria da germinação, vale ressaltar que o NaClO é barato, de fácil manuseio e apresenta menor risco de acidentes quando comparado com ácidos fortes e concentrados.

Apesar dos relatos do benefício do uso do NaClO para a superação de dormência em sementes de várias espécies, é importante caracterizar os fatores a serem empregados na metodologia de uso: concentração, tempo, quantidade de produto, os quais devem ser determinados de maneira diferencial para as diversas espécies.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando frutos de mamão do grupo “Solo”, variedade Golden, produzidos pela empresa Caliman Agrícola S/A, situada em Linhares-ES. Os frutos foram colhidos com 15% de coloração amarela e armazenados por três dias até toda a casca atingir a coloração amarela. Foram, então, partidos longitudinalmente e as sementes extraídas manualmente. Posteriormente, as sementes foram homogeneizadas e procedeu-se à retirada manual do arilo (excrecência do tegumento). Em seguida, avaliou-se o teor de água das sementes.

O teor de água foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), utilizando-se o método da estufa a 105 °C, durante 24 h. Foram utilizadas três repetições de 50 sementes, com umidade calculada antes e após cada tratamento, sendo os resultados expressos em % de teor de água.

As sementes foram imersas em solução de NaClO em quatro concentrações de cloro ativo (0, 2, 4 e 6%), adotando quatro proporções (1:1; 2:1; 3:1 e 6:1; sendo, volume de solução: volume aparente de sementes). As proporções foram determinadas com o uso de proveta volumétrica, sendo registrado o volume sólido ocupado pela massa respectiva de sementes e, esse mesmo volume, medido, para a respectiva solução. Foram avaliados três tempos de exposição (8, 16 e 24 h). Os gerbox, com as sementes e o NaClO, foram tampados e levados para câmara tipo B.O.D, com temperatura constante de 25 °C, na ausência de luz, onde permaneceram pelos tempos de exposição referentes a cada tratamento.

Também foram avaliados quatro tratamentos adicionais: **a) sementes intactas** (testemunha), com sarcotesta, seguido da secagem; **b) Método da peneira/empresa**, realizado em empresas produtoras de sementes e frutos de mamão, que consistiu na retirada das sementes dos frutos, colocadas em caixas de PVC contendo água até cobrir as sementes, para ocorrer o princípio de fermentação, onde permaneceram por 24 h; em seguida, foram lavadas em peneiras sob jato de água por um minuto, com leve pressão para a retirada da mucilagem; posteriormente foram secas até teor de água entorno de 10% e, finalmente, armazenadas por três meses em câmara com umidade relativa de 60% e temperatura de 10 °C; **c) Método da peneira + 24 h em água parada**, adotando o mesmo procedimento do método peneira/ empresa, porém, acrescentando imersão das sementes por 24 h em água parada; em seguida, realizou-se a secagem e elimina-se a etapa de

armazenamento; **d) Uso do hipoclorito de sódio (2%, 20:1, 24 h)**: sementes imersas em 2% de cloro ativo, na proporção 20:1 (mililitros da solução: número de sementes), por 24 h de exposição, conforme (Jesus et al. 2015), seguido da secagem. Totalizando 52 tratamentos (Tabela 1). Ao final de cada tratamento com NaClO, as sementes foram lavadas por um minuto para eliminação do produto. As sementes de todos os tratamentos, incluindo os adicionais, foram secas, inicialmente à sombra, até um teor de água médio de 12%, seguido pela secagem complementar em estufa com circulação e renovação de ar a 30 °C, até atingir, aproximadamente, 10% de teor de água.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos

Tratamentos	Descrição		
	Concentração de cloro (%)	Proporção (volume de solução: volume de sementes)	Tempo de exposição (h)
1	0	1:1	8
2	0	2:1	8
3	0	3:1	8
4	0	6:1	8
5	0	1:1	16
6	0	2:1	16
7	0	3:1	16
8	0	6:1	16
9	0	1:1	24
10	0	2:1	24
11	0	3:1	24
12	0	6:1	24
13	2	1:1	8
14	2	2:1	8
15	2	3:1	8
16	2	6:1	8
17	2	1:1	16
18	2	2:1	16
19	2	3:1	16
20	2	6:1	16
21	2	1:1	24
22	2	2:1	24
23	2	3:1	24
24	2	6:1	24

25	4	1:1	8
26	4	2:1	8
27	4	3:1	8
28	4	6:1	8
29	4	1:1	16
30	4	2:1	16
31	4	3:1	16
32	4	6:1	16
33	4	1:1	24
34	4	2:1	24
35	4	3:1	24
36	4	6:1	24
37	6	1:1	8
38	6	2:1	8
39	6	3:1	8
40	6	6:1	8
41	6	1:1	16
42	6	2:1	16
43	6	3:1	16
44	6	6:1	16
45	6	1:1	24
46	6	2:1	24
47	6	3:1	24
48	6	6:1	24
Tratamentos adicionais:			
49	Sementes intactas (testemunha)		
50	Peneira/empresa		
51	2%, 20:1, 24 h		
52	Peneira + 24 h em água parada		

Após os tratamentos e a secagem, foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes, pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência. Para caracterizar o efeito dos tratamentos nas estruturas externas das sementes (tegumento), foram realizadas análises anatômicas, por meio da microscopia eletrônica de varredura.

Teste de germinação: realizado conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), com quatro repetições de 50 sementes. Cada repetição foi composta por duas réplicas de 50 sementes, semeadas em rolos de papel germitest, umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e mantidos em sacos plásticos para conservar a umidade, colocados em câmara tipo B.O.D, em temperatura

alternada de 20-30 °C (16 h/8 h, respectivamente). As avaliações foram realizadas aos 15 e 30 dias (primeira e contagem final, respectivamente), após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de germinação. Foram consideradas como plântulas normais, aquelas que atingiram comprimento total de no mínimo 2,5 cm e apresentaram todas as estruturas essenciais completas e íntegras.

Teste de primeira contagem de germinação: foi determinado em conjunto com o teste de germinação. Os resultados foram obtidos pelo número de plântulas normais determinado por ocasião da primeira contagem do teste de germinação, ou seja, no 15^o dia após a montagem (Brasil, 2009), sendo expressos em porcentagem.

Teste de emergência: para o teste de porcentagem e velocidade de emergência, bem como para a análise de microscopia, foram selecionados alguns tratamentos (Tabela 2), procurando-se avaliar o efeito das variáveis concentração, proporção e tempo de exposição. Foi conduzido em condições de laboratório, registrando diariamente as temperaturas máxima e mínima; utilizaram-se bandejas de isopor com areia grossa, irrigadas diariamente, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Cada repetição foi composta por duas réplicas de 50 sementes. A porcentagem de plântulas emergidas foi determinada 50 dias após a semeadura, considerando, como tal, as plântulas que alcançaram no mínimo 2 cm da parte aérea.

Tabela 2. Tratamentos selecionados para o teste de emergência e caracterizados na microscopia eletrônica de varredura em sementes de mamão

Tratamentos selecionados	Descrição		
	Concentração de cloro (%)	Proporção (volume de solução: volume de sementes)	Tempo de exposição (h)
11	0	3:1	24
23	2	3:1	24
47	4	3:1	24
35	6	3:1	24
25	4	1:1	8
29	4	1:1	16
33	4	1:1	24
41	6	1:1	16

42	6	2:1	16
43	6	3:1	16
44	6	6:1	16
Tratamentos adicionais:			
49	Sementes intactas (testemunha)		
51	2%, 20:1, 24 h		
52	Peneira + 24 h em água parada		

Índice de velocidade de emergência (IVE): conduzido em conjunto com o teste de emergência. Diariamente, no mesmo horário anotou-se o número de plântulas que apresentaram a curvatura do hipocótilo visível. Ao final do teste, calculou-se o índice de velocidade de emergência, empregando-se a equação proposta por Maguire (1962):

$IVE = (E_1/N_1) + (E_2/N_2) + \dots + (E_n/N_n)$, em que: IVE = índice de velocidade de emergência;

E = número de plântulas emergidas computado na 1ª, 2ª.... enésima contagem;

N = número de dias da semeadura à 1ª, 2ª.... enésima avaliação.

Microscopia Eletrônica de varredura (MEV): a metodologia rotineira, utilizada no MEV para amostras que visam realizar observações internas de sementes ou outros materiais biológicos, inclui a realização de cortes. Para isso as amostras devem passar por diversos processos: fixação, transferência em glicerol, imersão em nitrogênio líquido, pós-fixação e desidratação; essas etapas objetivam a preservação estrutural e a estabilidade das amostras, o que permite a obtenção de cortes precisos e finos. No presente estudo, a metodologia utilizada foi ajustada desses procedimentos rotineiros, já que as observações foram feitas apenas no tegumento das sementes, não sendo necessário realizar cortes.

Inicialmente o material foi submetido à secagem em aparelho de ponto crítico (Baltec CPD 030). Após a secagem, as amostras foram montadas em stubs com fitas de carbono dupla face e cobertos com ouro em metalizador (Balzers FDU- 010).

A visualização das amostras foi realizada em microscópio eletrônico de varredura, modelo LEO 1430 VP, a distância de trabalho (WD) de 15 mm. As imagens foram geradas e registradas em aumentos variados.

Análise dos dados: o experimento foi conduzido segundo o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento, e cada repetição composta de duas réplicas de 50 sementes. Para o teste de germinação e primeira contagem de germinação, os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial $4 \times 4 \times 3 + 4$, sendo, quatro concentrações de solução de NaClO (0, 2, 4 e 6% de cloro ativo), quatro proporções (1:1; 2:1; 3:1 e 6:1; volume de solução: volume de sementes), três tempos de exposição (8, 16 e 24 h), mais quatro tratamentos adicionais: sementes intactas (testemunha); método da peneira/empresa; método da peneira + 24 h em água parada e tratamento 20:1, 2%, 24 h (mL de solução: número de semente, concentração e tempo de exposição de hipoclorito de sódio, respectivamente).

Para a avaliação da porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, os tratamentos constaram de: quatro concentrações (0, 2, 4 e 6% de cloro ativo) na proporção 3:1 durante 24 h de exposição; três tempos de exposição (8, 16 e 24 h) a 4% de concentração de cloro e na proporção 1:1 e quatro proporções (1:1, 2:1, 3:1 e 6:1) a 6% de concentração de cloro, durante 16 h de exposição; mais três tratamentos adicionais: **a**) sementes intactas (testemunha); **b**) método da peneira + 24 h em água parada e **c**) tratamento 20:1, 2%, 24 h (mL de solução: número de sementes, concentração e tempo de exposição de NaClO, respectivamente); totalizando 14 tratamentos.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de normalidade Shapiro-Wilk. Os dados de porcentagem foram transformados pela função $\arcsen\left(\sqrt{x/100}\right)$, sendo que os dados apresentados nos resultados foram os originais. Os tratamentos em arranjo fatorial do teste de germinação e primeira contagem do teste de germinação foram comparados com os tratamentos adicionais pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade e, os tratamentos adicionais entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As médias obtidas para a concentração foram submetidas a análise de regressão. Os tratamentos do teste de emergência e índice de velocidade de emergência foram comparados com os tratamentos adicionais pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade e, os tratamentos adicionais entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os modelos foram selecionados de acordo com o comportamento biológico, a significância dos coeficientes de regressão e o coeficiente de determinação. Todas as análises foram realizadas com o programa computacional SAS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial das sementes foi de 83,6% e de 81,4%, determinados logo após a sua extração e posteriormente às sementes serem submetidas aos tratamentos, respectivamente.

4.1. Testes de germinação e de primeira contagem de germinação

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise de variância para o teste de germinação e primeira contagem de germinação, considerando os tratamentos na Tabela 1.

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de germinação (GER) e de primeira contagem da germinação (PC) de sementes de mamão, considerando todos os tratamentos para superação da dormência.

FV	GL	GER	PC
Tratamentos	51	8.34**	9,59**
Blocos	3	20.24**	34,9**
Resíduo	153		
Total	207		
Média		32,79	23,02
CV (%)		29,28	34,13

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Houve efeito significativo a 1% de probabilidade dos tratamentos na superação da dormência das sementes de mamão (Tabela 3). Portanto, na Tabela 4 são apresentados os dados de germinação das sementes submetidas aos diferentes tratamentos.

Tabela 4. Germinação (%) de sementes de mamão expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição, proporção (volume de solução: volume de sementes), e submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência.

Proporção	Concentração (%)											
	0			2			4			6		
	Tempo (h)											
	8	16	24	8	16	24	8	16	24	8	16	24
1:1	56	52	55	42	42	47	34	23 ^b	29 ^b	24 ^b	34 ^b	20 ^{bd}
2:1	60	44	63	44	31 ^b	45	32 ^b	20 ^{bd}	26 ^{bd}	11 ^{bad}	15 ^{bad}	6 ^{abcd}
3:1	47	49	58	37	48	41	16 ^{bad}	17 ^{bd}	17 ^{bad}	8 ^{bad}	14 ^{bad}	5 ^{abcd}
6:1	35	52	62	36	41	45	23 ^{bd}	5 ^{abcd}	2 ^{abcd}	4 ^{abcd}	2 ^{abcd}	1 ^{abcd}
Tratamentos adicionais	a			Sementes intactas (testemunha)						49		
	b			Peneira/empresa						68		
	c			2%, 20:1, 24 h						34		
	d			Peneira + 24 h em água parada						58		

Médias seguidas por ^a, ^b, ^c ou ^d diferem estatisticamente das médias dos tratamentos adicionais a, b, c, e d, respectivamente, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

A comparação dos dados foi efetuada utilizando-se as médias transformadas. Após a transformação e os arredondamentos, a diferença mínima significativa (DMS) pode ter detectado diferenças entre médias que talvez não tenha sido detectada para outras médias semelhantes. Portanto, na tabela existem médias iguais cujas comparações não compartilham as mesmas letras.

Observa-se na Tabela 4 que nenhum tratamento usando hipoclorito de sódio superou estatisticamente a testemunha, com germinação de 49%. As sementes submetidas ao NaClO que diferiram dos tratamentos adicionais apresentaram germinação inferior, principalmente nas maiores concentrações (4% e 6%), associadas a altas proporções. Esses tratamentos prejudicaram a porcentagem de plântulas normais, à exceção do tratamento 4%, 1:1, 8 h, cujos resultados foram semelhantes aos dos tratamentos adicionais e à testemunha. Entretanto, sementes submetidas ao hipoclorito de sódio nas concentrações 0% (sem cloro ativo) e 2% de cloro ativo, nas diferentes proporções e tempos de exposição, não diferiram estatisticamente da testemunha, ou seja, não comprometeram a porcentagem de germinação.

A intensidade de dormência nas sementes de mamão pode variar dependendo da época de desenvolvimento e maturação dos frutos, sendo menos acentuada em períodos de altas temperaturas (verão), como verificado por Aroucha et al. (2005), Tokuisa et al. (2008) e Dias et al. (2015); a concentração de fenóis nesses períodos foi menor, bem como a intensidade de dormência, (o que também pode ter ocorrido no presente trabalho). Segundo Dias e Shioga (1997) e Tunes et al. (2009), a intensidade de dormência de um lote de sementes interfere diretamente na eficiência dos tratamentos usados para sua superação. É possível que a baixa intensidade de dormência, encontrada no presente trabalho, possa explicar a ineficiência dos tratamentos testados para a superação de dormência. Contudo, novos estudos variando a concentração, a proporção e o tempo de exposição em sementes de lotes com diferentes históricos, ou seja, sementes com qualidade fisiológica e dormência diferenciadas, são necessários.

Na Tabela 5, é apresentada a análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação (GER) e primeira contagem (PC) de germinação das sementes submetidas aos tratamentos adicionais.

Tabela 5. Resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação (GER) e primeira contagem da germinação (PC) de sementes de mamão submetidas a diferentes tratamentos para superação da dormência (tratamentos adicionais).

FV	GL	GER	PC
Tratamentos	3	6,44**	13,38**
Blocos	3	3,80 ^{ns}	3,01 ^{ns}
Resíduo	9		
Total	15		
Média		46,04	32,75
CV (%)		14,97	20,38

** , ^{ns} - significativo ao nível de 1% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Apesar de nenhum tratamento adicional diferir significativamente das sementes intactas (Tabela 6), o tratamento peneira/empresa apresentou maior germinação quando comparado com o tratamento 2%, 20:1, 24 h; isso sugere que a porcentagem de germinação não é favorecida com o uso de NaClO, porém, é beneficiada com a remoção da sarcotesta pelo método da peneira e posterior armazenamento das sementes.

Tabela 6. Germinação (%) de sementes de mamão submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência.

	GER
Sementes intactas (testemunha)	49 A B
Peneira/ empresa	68 A
Tratamentos adicionais: 2%, 20:1, 24 h	34 B
Peneira + 24 h em água parada	58 A B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os benefícios da remoção da sarcotesta na germinação de sementes de mamão foram observados por Viggiano et al. (2000) e Melo e Seleguini, (2013); não obstante, como verificado pelos primeiros autores, a dormência pode continuar depois de retirada a sarcotesta. Deste modo, o armazenamento das sementes depois da retirada da sarcotesta, procedimento usado no método da peneira/empresa, é empregado para elevar o potencial germinativo, como constatado por Aroucha et al. (2005, 2007) em sementes de mamão. Segundo Olatoye & Hall (1972), com o armazenamento das

sementes secas se possibilita a difusão lenta e gradativa de O_2 para o seu interior, diminuindo o efeito da presença de inibidores da germinação. Como no presente estudo, a germinação das sementes submetidas ao armazenamento não foi superior estatisticamente às sementes intactas, possivelmente o período de armazenamento (3 meses) foi insuficiente para que a germinação potencial do lote ocorresse, como verificado por Esquivel et al. (2011) que observaram a superação da dormência em sementes de mamão nove meses após o armazenamento.

Ao analisar o desempenho germinativo das sementes submetidas ao tratamento 2%, 20:1, 24 h, se observa que, apesar desse não diferir estatisticamente das sementes intactas, foi o tratamento que apresentou a menor média, diferindo significativamente apenas do tratamento peneira/empresa. Portanto, acredita-se no princípio que o fator concentração teve efeito tóxico, uma vez que foi o único tratamento adicional que empregou NaClO. Apesar disso, se compararmos esses resultados com os obtidos nos tratamentos com concentrações 2% por 24 h (Tabela 4), nenhum desses afetou a germinação, pois tiveram desempenho germinativo semelhante às sementes intactas. Infere-se que o baixo desempenho germinativo se deve ao efeito da proporção, já que as sementes do tratamento 2%, 20:1, 24 h, foram expostas a maior quantidade de NaClO que as sementes dos tratamentos com concentrações 2% por 24 h (em todas as proporções) (Tabelas 4 e 6). Em adição, é possível que essa baixa germinação foi devido ao efeito da proporção associado ao efeito da secagem, uma vez que o efeito oxidante do NaClO pode ter tornado o tegumento mais poroso e permeável. Assim, o resíduo deixado pelo produto, que possivelmente não foi totalmente eliminado na lavagem, pode ter causado a entrada do NaClO no endosperma e/ou embrião.

Esses resultados divergem parcialmente dos observados por Jesus et al. (2015) em sementes de mamão; os autores relataram que o NaClO na combinação 2%, 20:1, 24 h favoreceu a germinação. No entanto, o teste de germinação foi realizado nas sementes úmidas, não sendo avaliado o efeito da secagem após o uso do NaClO. Portanto, sugere-se que o processo de secagem pode ter comprometido a eficiência do tratamento no presente estudo.

Foram encontradas diferenças significativas na porcentagem final de germinação, para a interação concentração x tempo e concentração x proporção (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação (GER) e primeira contagem da germinação (PC) de sementes de mamão, expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição e proporção (volume de solução: volume de sementes).

FV	GL	GER	PC
Concentração de Cloro ativo (C)	3	95,46**	111,02**
Proporção (P)	3	10,7**	9,16**
Tempo (T)	2	0,25 ^{ns}	0,56 ^{ns}
C x P	9	2,71**	4,11**
C x T	6	2,62*	3,07**
P x T	6	0,61 ^{ns}	0,51 ^{ns}
C x P x T	18	0,72 ^{ns}	0,94 ^{ns}
Bloco	3	19,56**	35,21**
Resíduo	141		
Total	191		
Média		31,7	22,51
CV (%)		30,57	35,24

** , * , ^{ns} - significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Observa-se na Tabela 8 que independentemente da concentração de cloro, não houve diferença significativa entre as médias de germinação comparando-se os diferentes tempos de exposição.

Tabela 8. Germinação (%) de sementes de mamão em função de diferentes tempos de exposição e concentrações de hipoclorito de sódio.

Tempo (h)	Concentração (%)			
	0	2	4	6
8	50 A	40 A	26 A	12 A
16	49 A	41 A	16 A	16 A
24	60 A	45 A	19 A	8 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Considerando os dados de germinação em função da concentração de cloro, notou-se que as maiores médias de germinação ocorreram para as sementes imersas em água destilada (concentrações de cloro de 0%) (Figura 1). Segundo Ferreira e Borghetti

(2004), a água amolece o tegumento, que fica mais permeável às trocas gasosas, aumentando a respiração e o metabolismo, indispensáveis para o crescimento do embrião. É possível que as sementes do presente estudo, oriundas do tratamento em água destilada, não tenham alcançado a germinação potencial, devido a terem sido secas logo após a hidratação. Conforme observado por Aroucha et al. (2006), ao testar diferentes tempos de hidratação em sementes de mamão antes e após a secagem, sendo que a secagem reduziu o efeito benéfico da hidratação.

Verificou-se que as porcentagens de plântulas normais tendem a ser menores com o aumento da concentração de cloro (Figura 1), para todos os tempos estudados. Para o tempo de 24 horas, houve queda mais acentuada na germinação quando associado a concentrações acima de 0%.

As equações 1, 2 e 3 representam os modelos selecionados, considerando-se o coeficiente de determinação e a significância dos coeficientes de regressão, a partir da análise de regressão para os tempos de exposição de 8, 16 e 24 h, respectivamente.

$$\text{Ger} = 50,556 - 6,2844\text{Cl}, \quad R^2 = 0,79 \quad (1)$$

$$\text{Ger} = 48,837 - 6,1125\text{Cl}, \quad R^2 = 0,70 \quad (2)$$

$$\text{Ger} = 59,556 - 9,0344\text{Cl}, \quad R^2 = 0,88 \quad (3)$$

Em que, Ger = germinação (%),

Cl = concentração de cloro (%).

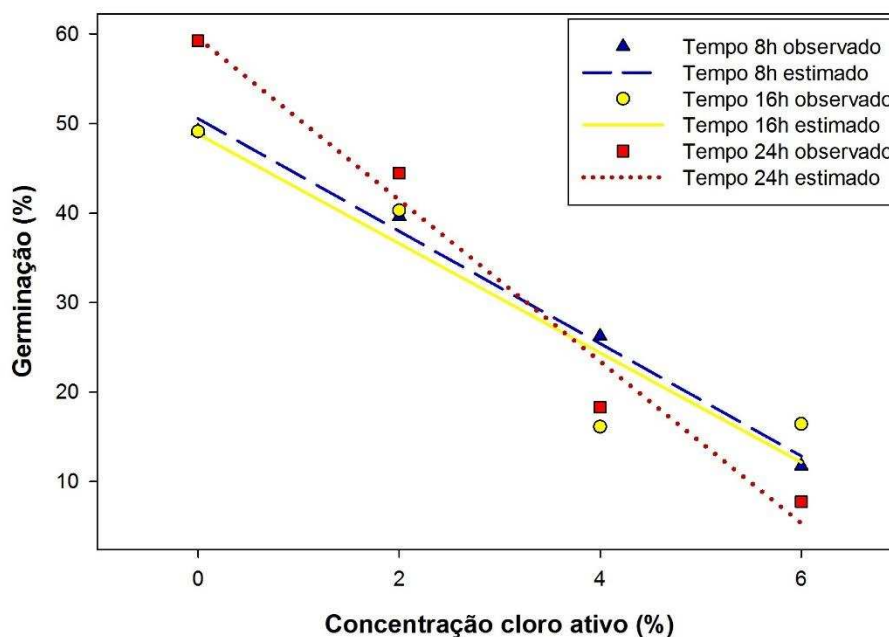


Figura1. Germinação (%) de sementes de mamão em função das concentrações de hipoclorito de sódio, para cada tempo de exposição.

Segundo Bewley e Black (2012), para os tratamentos em sementes que usam o NaClO visando a superação de dormência, o tempo de exposição não deve ultrapassar oito horas, por provocar danos ao embrião. É possível que no presente estudo, as altas concentrações de cloro influenciaram negativamente a porcentagem de germinação, já que foram associadas com tempos de oito horas e acima desse período. Além disso, o NaClO é considerado um forte oxidante (Bewley e Black, 1994) e sua ação pode variar de acordo com a concentração, como constatado por Rubim et al. (2010), que observaram danos nos tecidos do embrião em sementes de café conilon em concentrações de 6 e 7%.

Observa-se na Tabela 9 que não houve diferença significativa entre as proporções testadas, quando associadas às concentrações da solução de hipoclorito de sódio de 0 e 2%. Já para as concentrações de 4 e 6%, associadas às proporções 3:1 e 6:1, houve prejuízo na germinação. Esse comportamento se evidencia mais claramente na Figura 2.

Tabela 9. Germinação (%) de sementes de mamão em função de diferentes proporções (volume de solução: volume de sementes) e concentrações de hipoclorito de sódio.

Proporção	Concentração (%)			
	0	2	4	6
1:1	54 A	44 A	29 A	26 A
2:1	56 A	40 A	26 A	11 A B
3:1	51 A	42 A	17 A B	9 B
6:1	50 A	41 A	10 B	2 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Verificou-se que a maior porcentagem de germinação ocorreu na concentração de 0% (Figura 2). Além disso, o aumento simultâneo de volume de NaClO (proporção) e concentração resultou em redução da porcentagem de germinação.

As equações 4, 5, 6 e 7 descrevem os modelos selecionados, considerando-se o coeficiente de determinação e a significância dos coeficientes de regressão, a partir da análise de regressão, para as proporções (1:1, 2:1, 3:1 e 6:1), respectivamente.

$$\text{Ger} = 53,108 - 4,9875Cl, \quad R^2 = 0,84 \quad (4)$$

$$\text{Ger} = 55,067 - 7,425Cl, \quad R^2 = 0,88 \quad (5)$$

$$\text{Ger} = 52,275 - 7,55Cl, \quad R^2 = 0,91 \quad (6)$$

$$\text{Ger} = 51,483 - 8,6125Cl, \quad R^2 = 0,82 \quad (7)$$

Em que, Ger = germinação (%),

Cl = concentração de cloro (%).

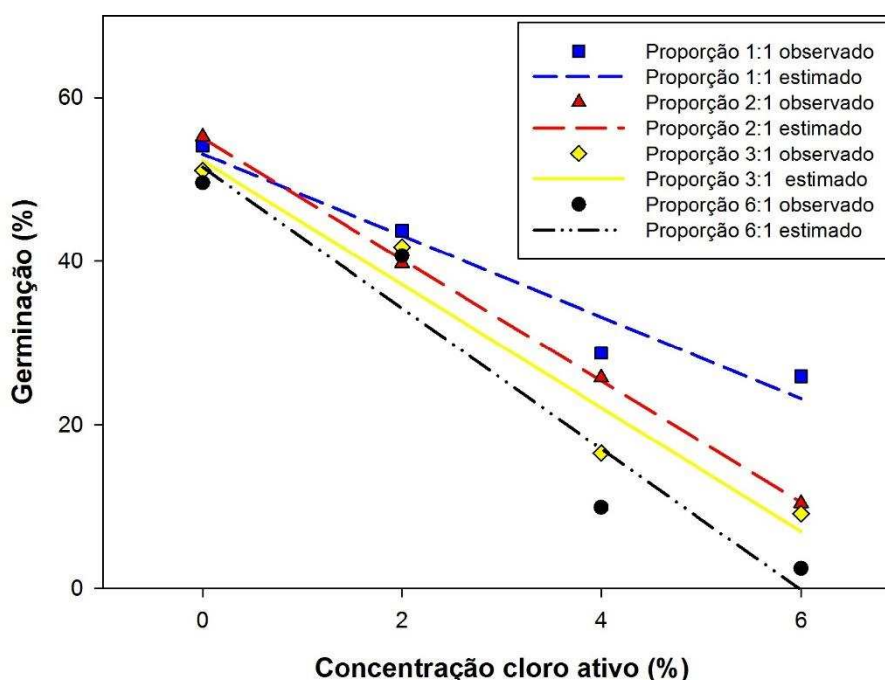


Figura 2. Germinação (%) de sementes de mamão, em função das concentrações de hipoclorito de sódio, para as diferentes proporções (volume de solução: volume de sementes).

Segundo Jesus et al. (2015), a germinação de sementes de mamão tende a diminuir com o aumento da proporção de cloro ativo, uma vez que o aumento da concentração e proporção aceleram o processo de oxidação. Isso porque a capacidade do NaClO na oxidação de tecidos está associada a fatores como concentração, tempo de ação, temperatura da solução e relação entre quantidade de solução e massa de tecido orgânico (proporção). Assim, quanto maior esses fatores maior é a capacidade de oxidação ou dissolução de tecidos (Santos, 1999). Desse modo, no presente estudo, a associação de altas concentrações e proporções ocasionou maior oxidação do tegumento e possivelmente acarretaram danos no endosperma, comprometendo o suprimento de reservas para o embrião, portanto, afetando a germinação.

Observa-se, na Tabela 10, que as sementes expostas à água destilada (0% de cloro), na proporção 2:1 por 24 h, originaram plântulas mais vigorosas, uma vez que, germinaram rapidamente, produzindo 50% de plântulas normais após 15 dias da instalação do teste de germinação. Apesar de não ter sido detectada diferença

significativa entre o tratamento adicional peneira/empresa e o método 0%, 2:1, 24 h, esse último apresenta vantagem, pela rapidez de preparo das sementes para o sistema produtivo, pois dispensa a etapa de armazenamento das sementes, fase necessária no tratamento peneira/empresa. Além disso, este procedimento é ambientalmente correto, já que não é necessária a utilização de água corrente, como indicado pelas RAS (Brasil, 2009) para a superação de dormência em sementes de mamão. Assim, o tratamento 0%, 2:1, 24 h, poderia ser uma alternativa à recomendação das RAS.

Segundo Guimarães et al. (2008), a pré-hidratação das sementes é uma técnica estudada para sementes de diversas espécies, principalmente para aquelas com impermeabilidade do envoltório, bem como para espécies com longo período de germinação, visando acelerar o processo germinativo. Tal como ocorrido no presente estudo, a exposição das sementes em água aumentou a porcentagem de germinação na primeira contagem, devido, possivelmente, à eliminação de inibidores da germinação.

Ao analisar os diferentes tratamentos cujas sementes foram submetidas ao NaClO (Tabela 10), verificou-se que os tratamentos nas concentrações de 4 e 6% de cloro, nas diferentes combinações de proporção e tempo, apresentaram as menores médias de germinação na primeira contagem do teste em relação à testemunha; essas sementes intactas, por sua vez, foram estatisticamente iguais às sementes dos tratamentos contendo 2% de cloro; por conseguinte, pode-se inferir que o vigor das sementes foi afetado, apenas, em concentrações de cloro superiores a 2%.

Tabela 10. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição, proporção (volume de solução: volume de sementes), e submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência.

Proporção	Concentração (%)											
	0			2			4			6		
	Tempo (h)											
	8	16	24	8	16	24	8	16	24	8	16	24
1:1	28	22 ^{bd}	35	31	28	33	19 ^b	20 ^b	15 ^{bd}	11 ^{bd}	20 ^{bd}	6 ^{bd}
2:1	34	28	50 ^{ac}	30	28	22 ^b	16 ^{bd}	10 ^{bd}	12 ^{bd}	5 ^{bd}	10 ^{bd}	1 ^{bad}
3:1	29	35	37	28	37 ^c	23	5 ^{bd}	9 ^{bd}	8 ^{bd}	1 ^{bad}	2 ^{bad}	2 ^{bad}
6:1	27	33	37 ^c	17 ^{bd}	28	26	5 ^{bd}	1 ^{bad}	0 ^{bad}	1 ^{bad}	0 ^{bad}	1 ^{bad}
Tratamentos adicionais	a	Sementes intactas (testemunha)										21
	b	Peneira/ empresa										48
	c	2%, 20:1, 24 h										11
	d	Peneira + 24 h em água parada										45

Médias seguidas por ^a, ^b, ^c ou ^d diferem estatisticamente da testemunha a, b, c, e d, respectivamente, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. A comparação dos dados foi efetuada utilizando-se as médias transformadas. Após a transformação e os arredondamentos, a diferença mínima significativa (DMS) pode ter detectado diferenças entre médias que talvez não tenha sido detectada para outras médias semelhantes. Portanto, na tabela existem médias iguais cujas comparações não compartilham as mesmas letras.

O efeito dos tratamentos adicionais sobre o vigor das sementes é mostrado na Tabela 11. Verifica-se que as sementes provenientes da remoção da sarcotesta pelo método da peneira/empresa e posterior armazenamento, assim como o método da peneira acrescido com 24 h de água parada (sem armazenamento), apresentaram melhor desempenho na primeira contagem de germinação, com maior velocidade de germinação, originando plântulas mais vigorosas. Já as sementes procedentes do tratamento contendo 2% de cloro, na proporção 20:1 por 24 h de imersão, mostraram as menores porcentagens de plântulas normais em comparação com estes tratamentos. Esses resultados sustentam os encontrados na germinação das sementes aos 30 dias (Tabela 6), os quais mostraram a mesma tendência. Assim, a remoção da sarcotesta, por meio dos tratamentos peneira/empresa e peneira + 24 h em água parada, favorece o vigor e a porcentagem final de germinação; destaca-se o último por ser mais rápido, visto que dispensa a etapa de armazenamento das sementes.

Tabela 11. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência.

		PC
Tratamentos adicionais:	Sementes intactas (testemunha)	21 B
	Peneira/empresa	48 A
	2%, 20:1, 24 h	11 B
	Peneira + 24 h em água parada	45 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Isolando-se o fator concentração dentro dos tempos de exposição das sementes à solução de hipoclorito de sódio, para a avaliação da porcentagem de plântulas normais aos 15 dias (Tabela 12), verificou-se que, independentemente da concentração, não houve diferença entre os tempos testados; comportamento similar ao encontrado na germinação aos 30 dias (Tabela 8). Portanto, pode-se inferir que o menor tempo de exposição (8 h) apresenta vantagens em comparação com o tempo de 24 h, pela rapidez e otimização do processo. No entanto, recomendam-se novas pesquisas para tempos inferiores a 8 h.

Tabela 12. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão em função de diferentes tempos de exposição e concentrações de hipoclorito de sódio.

Tempo (h)	Concentração (%)			
	0	2	4	6
8	30 A	27 A	11 A	5 A
16	30 A	30 A	10 A	8 A
24	40 A	26 A	9 A	3 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Constata-se na Figura 3 que a maior porcentagem de plântulas normais, na primeira contagem do teste de germinação, foi oriunda do tratamento contendo 0% de cloro por 24 h. Porém, em todos os tempos testados, os percentuais germinativos diminuíram conforme aumentou a concentração de cloro, evidenciando uma queda mais acentuada no tempo 24 h. Assim, deduz-se que, quando se visa maior germinação e vigor, maiores tempos de exposição devem estar associados a concentrações de cloro baixas. Viggiano et al. (2000) concluíram que a imersão de sementes de mamão em NaClO a 0,5% causou melhoria na germinação quando o tempo foi aumentado em 2 h; já, Dean et al. (2011) obtiveram 93% de germinação em sementes de mamão com o uso do NaClO na concentração de 5% por 30 minutos. Observa-se, no primeiro estudo, que uma menor concentração de cloro, associada a maior tempo de exposição, favoreceu a germinação, enquanto no segundo estudo os resultados foram inversos, ou seja, a germinação foi favorecida com associação de maior concentração de cloro e menor tempo de exposição.

As equações 8, 9 e 10 representam os modelos selecionados considerando-se o coeficiente de determinação e a significância dos coeficientes de regressão, a partir da análise de regressão para os tempos de exposição de 8, 16 e 24 h.

$$\text{Ger} = 31,394 - 4,5063\text{Cl}, \quad R^2 = 0,77 \quad (8)$$

$$\text{Ger} = 32,006 - 3,3572\text{Cl}, \quad R^2 = 0,61 \quad (9)$$

$$\text{Ger} = 38,625 - 6,4688\text{Cl}, \quad R^2 = 0,88 \quad (10)$$

Em que, Ger = germinação (%),

Cl = concentração de cloro (%).

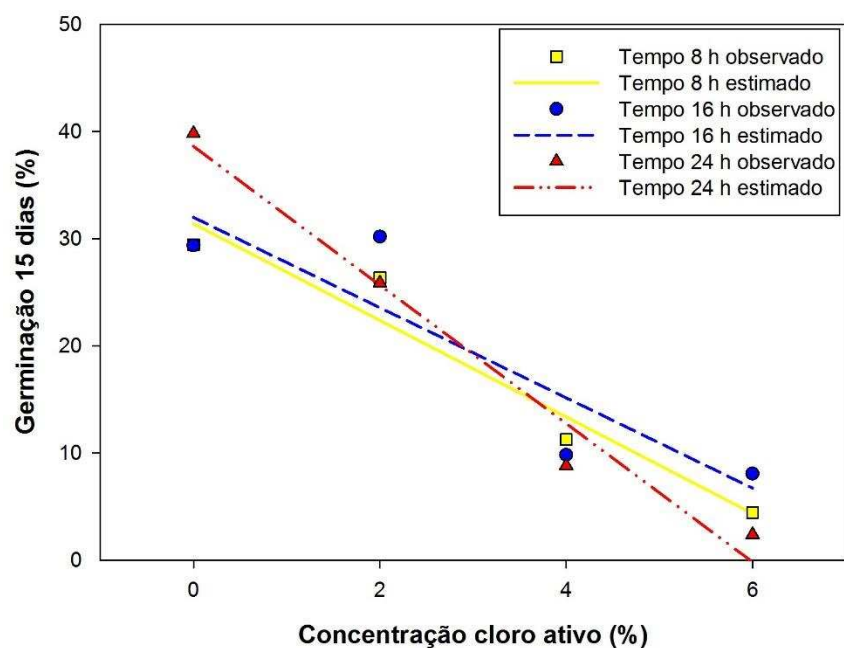


Figura 3. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão, em função das concentrações de hipoclorito de sódio, para cada tempo de exposição.

Na Tabela 13 é apresentado o efeito da proporção (volume de solução: volume de sementes), em cada concentração de cloro, sobre a porcentagem de germinação aos 15 dias (vigor). Observa-se que as maiores proporções, 3:1 e 6:1, dentro da concentração 6%, resultaram em menor porcentagem de germinação, do mesmo modo que a proporção 6:1 dentro da concentração 4%. Já, quando as proporções 1:1, 2:1, 3:1 e 6:1 foram associadas às concentrações 0 e 2% de cloro, não foram encontradas diferenças. Esses resultados também foram observados para a porcentagem final de germinação em função da proporção (Tabela 9). Assim, maior volume de hipoclorito de sódio, associado a elevadas concentrações de cloro, comprometeu o vigor e a porcentagem final de germinação.

Tabela 13. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão em função de diferentes proporções (volume de solução: volume de sementes) e concentrações de hipoclorito de sódio.

Proporção	Concentração (%)			
	0	2	4	6
1:1	28 A	31 A	18 A	12 A
2:1	37 A	27 A	13 A	5 AB
3:1	34 A	29 A	7 AB	2 B
6:1	32 A	24 A	2 B	1 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Nota-se na Figura 4 que a maior porcentagem de germinação aos 15 dias ocorreu com os tratamentos contendo 0% de cloro em todas as proporções. Verifica-se que, a partir da concentração 0% de cloro, ocorreu uma queda gradativa na germinação com o aumento da concentração para todas as proporções estudadas. Na proporção 1:1 o efeito desta diminuição foi menos acentuada. Esse resultado foi semelhante ao encontrado para a porcentagem final de germinação (Figura 2). Desse modo, infere-se que o aumento da quantidade de NaClO, associado a um aumento de concentração de cloro ativo, prejudica a germinação e o vigor.

As equações 11, 12, 13 e 14 representam os modelos selecionados, considerando-se o coeficiente de determinação e a significância dos coeficientes de regressão, a partir da análise de regressão, para as proporções (1:1, 2:1, 3:1 e 6:1), respectivamente, para a avaliação da germinação aos 15 dias.

$$\text{Ger} = 31,358 - 3,05\text{Cl}, \quad R^2 = 0,62 \quad (11)$$

$$\text{Ger} = 36,925 - 5,4958\text{Cl}, \quad R^2 = 0,82 \quad (12)$$

$$\text{Ger} = 35,583 - 5,8958\text{Cl}, \quad R^2 = 0,87 \quad (13)$$

$$\text{Ger} = 32,167 - 5,8125\text{Cl}, \quad R^2 = 0,86 \quad (14)$$

Em que, Ger = germinação (%),

Cl = concentração de cloro (%).

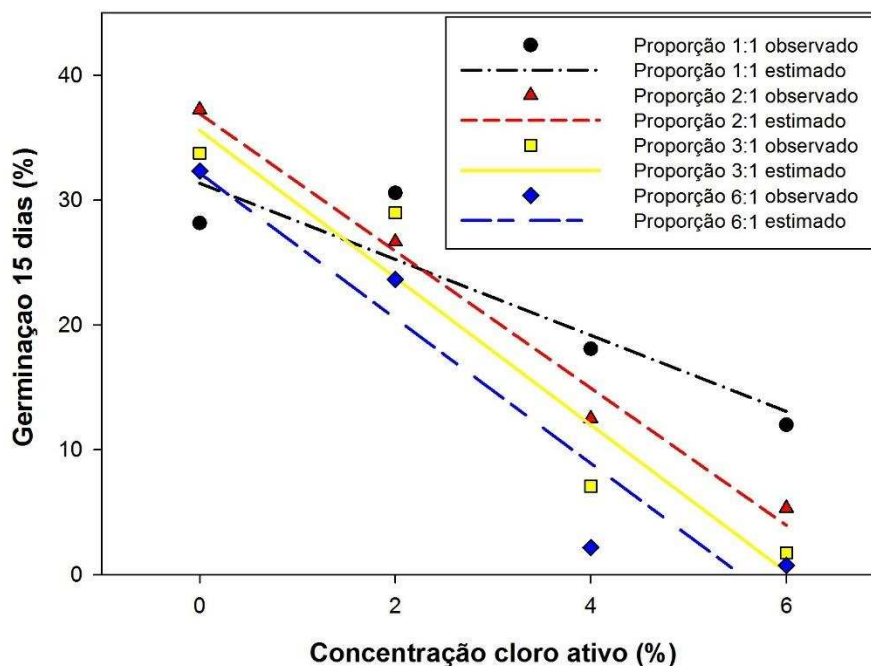


Figura 4. Primeira contagem da germinação (%) de sementes de mamão, em função das concentrações de hipoclorito de sódio, para as diferentes proporções (volume de solução: volume de sementes).

4.2. Testes de emergência (%) e índice de velocidade de emergência (IVE)

Na Tabela 14 é apresentado o resultado da análise de variância referente à porcentagem de emergência e ao índice de velocidade de emergência aos 50 dias após a semeadura, considerando os tratamentos descritos na Tabela 2. Observa-se que houve efeito significativo dos tratamentos para superação de dormência na porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência.

Tabela 14. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamão, considerando os tratamentos selecionados para esses testes (Tabela 2).

FV	GL	EMERGÊNCIA	IVE
Tratamentos	13	5,78**	8,46**
Blocos	3	3,45*	4,04*
Resíduo	39		
Total	55		
Média		29,53	7,69
CV (%)		26,14	35,41

** , * , - significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Observa-se na Tabela 15 que nenhum tratamento contendo hipoclorito de sódio superou significativamente as testemunhas, sendo que os tratamentos de menor porcentagem e velocidade de emergência (Tabelas 15 e 16) provieram das sementes submetidas às maiores concentrações de cloro, volumes de NaClO e tempos de exposição (6%; 3:1, 6:1 e 16, 24 h). Destaca-se o tratamento 2%, 3:1, 24h que, apesar de não diferir significativamente das sementes intactas, proporcionou maior velocidade de emergência, comparado com o tratamento peneira + 24 horas em água parada, além de apresentar a maior porcentagem de emergência. Isso confirma os resultados do teste de germinação (Tabela 4), pois o tratamento (2%, 3:1, 24 h) teve desempenho semelhante às sementes intactas (testemunha), portanto, não prejudicou a germinação.

Como já foi discutido, a ação oxidante do cloro ativo é potencializada com o aumento da concentração e quantidade de produto, embora, estes resultados sugeriram que outras causas, além do efeito oxidante do cloro, comprometeram a qualidade fisiológica das sementes, uma vez que, aos 50 dias de instalação do teste, a maior porcentagem de emergência obtida foi apenas de 43%. Este elevado período de tempo,

para a estimativa da emergência final e índice de velocidade de emergência, foi em razão dos baixos valores destes aos 30 dias, visto que, para alguns tratamentos, a porcentagem de emergência não superava 1,5%. Por conseguinte, a comparação entre os tratamentos aos 30 dias não foi possível.

As menores taxas e o retardamento na velocidade de emergência foram devido, possivelmente, às baixas temperaturas registradas no decorrer do teste, sendo a máxima e mínima de 22 e 19 °C, respectivamente. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), a temperatura desempenha um papel importante no processo germinativo, quanto à velocidade e porcentagem, sendo que as exigências de valores são intrínsecos da espécie. Como relatado por Andrade et al. (2013), a maior porcentagem de emergência em sementes de mamão ocorre em temperaturas alternadas (20/30 °C). As menores porcentagens de emergência se dão em temperaturas de 20 °C.

Tabela 15. Emergência (%) de sementes de mamão expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição, proporção (volume de solução: volume de sementes), e submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência.

Proporção	Tempo (h)	Concentração (%)	Emergência (%)
3:1		0	30
3:1	24	2	43
3:1		4	21
3:1		6	6 ^{abc}
	8		27
1:1	16	4	34
	24		31
1:1			29
2:1	16	6	26
3:1			17
6:1			4 ^{abc}
Tratamentos adicionais	a	Sementes intactas (testemunha)	41
	b	2%, 20:1, 24 h	37
	c	Peneira + 24 h em água parada	26

Médias seguidas por ^a, ^b, ou ^c diferem estatisticamente da testemunha a, b, e c, respectivamente, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16. Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamão expostas a solução de NaClO em diferentes concentrações, tempos de exposição, proporção (volume de solução: volume de sementes), e submetidas a diferentes metodologias para superação de dormência.

Proporção	Tempo (h)	Concentração (%)	IVE
3:1		0	8
3:1	24	2	14 ^c
3:1		4	6
3:1		6	1 ^{ab}
		8	9
1:1	16	4	11
	24		10
1:1	16	6	8
2:1			7
3:1			3 ^{ab}
6:1			1 ^{abc}
Tratamentos adicionais	a	Sementes intactas (testemunha)	11
	b	2%, 20:1, 24 h	11
	c	Peneira + 24 h em água parada	6

Médias seguidas por ^a, ^b, ou ^c diferem estatisticamente da testemunha a, b, e c, respectivamente, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a análise de variância para a avaliação do efeito dos tratamentos adicionais selecionadas para a segunda etapa do experimento, ou seja, avaliação da porcentagem de emergência e do índice de velocidade de emergência, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 17).

Tabela 17. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE), considerando os tratamentos adicionais

FV	GL	EMERGÊNCIA (%)	IVE
Tratamentos	2	1,85 ^{n.s}	3,04 ^{n.s}
Blocos	3	4,02 ^{n.s}	2,42 ^{n.s}
Resíduo	6		
Total	11		
Média		35,43	31,81
CV		21,5	9,44

^{n.s} - não significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Esse desempenho semelhante dos tratamentos adicionais, peneira + 24 h em água parada; 2%, 20:1, 24 h e as sementes intactas, tanto para a germinação quanto para a

emergência e IVE (Tabela 4 e 17), diverge do efeito benéfico desses tratamentos observado por Jesus et al. (2015) na germinação de sementes de mamão. É possível que a qualidade inicial do lote de sementes no presente trabalho, com baixa intensidade de dormência (49% e 41% de germinação e emergência, respectivamente), tenha limitado o efeito favorável dos tratamentos. Além disso, acredita-se na possibilidade de as sementes expostas ao hipoclorito serem mais susceptíveis à secagem, visto que, esses autores não submeteram as sementes à secagem após os tratamentos, ao contrário do ocorrido neste trabalho.

4.3. Microscopia de varredura do tegumento das sementes de mamão.

A semente de mamão é formada por três partes principais, a cobertura seminal, o endosperma e o embrião. A cobertura seminal é bitegumentada, possui testa e tégmen, que são provenientes dos integumentos externo e interno do óvulo, e esses integumentos são formados por camadas celulares, formando a micrópila (Santos et al., 2009).

A testa é composta pela sarcotesta ou exotesta, a qual cobre a mesotesta externa e interna, e a endotesta, que corresponde à parte mais interna. O tégmen é composto por três partes denominadas exotégmen, mesotégmen e endotégmen, em estreito contato com o endosperma da semente (Gil e Miranda, 2008).

A distinção das estruturas das sementes de *Carica papaya* L é pouco estudada, principalmente a sarcotesta como estrutura individualizada. Sendo assim, há incoerências na designação das mesmas e a sarcotesta tem sido chamada de arilo (Brasil, 2009). Porém, a sarcotesta é parte do tegumento da semente, derivada principalmente do integumento externo do óvulo (Santos et al., 2009). O integumento externo cresce consideravelmente para formar a endotesta compacta e firme e a sarcotesta gelatinosa transparente (Foster, 1943). A sarcotesta consiste de várias camadas de tecido de paredes finas e transparentes. Apresenta formato retangular e são dispostas em camadas em paliçada, alongadas radialmente e organizadas sem deixar espaços entre si (Gil e Miranda, 2008). O papel de impedir e/ou retardar a germinação das sementes de mamão tem sido atribuído tanto à sarcotesta como à mesotesta. Assim, a utilização de métodos, que auxiliem na remoção ou modificação destas estruturas, pode favorecer o potencial germinativo em sementes que apresentam essas estruturas como uma barreira à germinação.

Ao caracterizar as alterações anatômicas, que ocorreram no tegumento das sementes de mamão submetidas aos tratamentos com NaClO, foi possível observar diferentes tipos de danos. Classificados como mecânicos, causados pelo manuseio e atrito das amostras e, químicos, pelo efeito do NaClO (Figura 5).

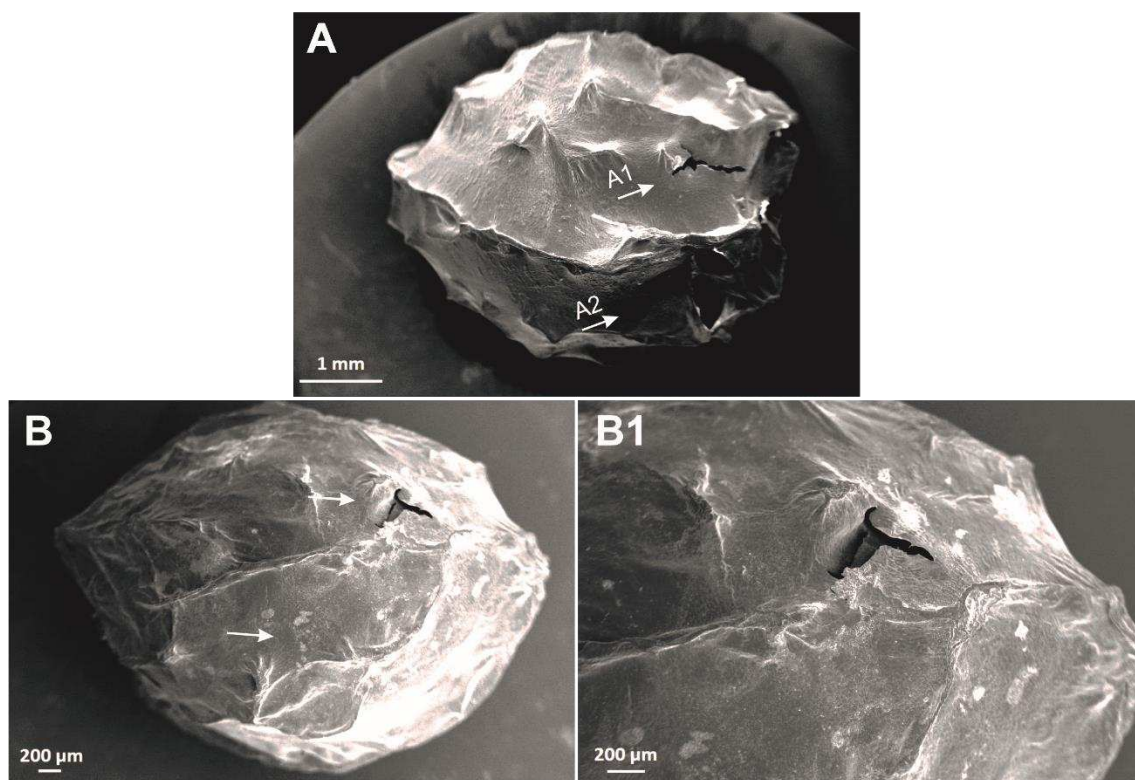


Figura 5. Micrografia eletrônica de varredura de sementes de *Carica papaya* L. A - Vista externa do tegumento com destaque nos danos mecânicos. B - Vista externa do tegumento em destaque danos químicos ocasionados pelo hipoclorito de sódio. B1 - Vista externa do tegumento com destaque nos danos químicos ocasionados pelo hipoclorito de sódio (área com pontos esbranquiçados) e também danos mecânicos.

No tratamento 2%, 20:1, 24 h observam-se diferenças na dinâmica dos danos pelo NaClO. Toda a superfície apresentou pequenos pontos brancos, com pequenos furos, provavelmente pela ação corrosiva do NaClO (Figura 6 C).

As injúrias no tegumento são impostas pela leve pressão, realizada nas sementes por ocasião da lavagem, após 24 h em fermentação e posterior imersão em água parada (Figura 6 B). Comparando esse tratamento com a testemunha (sementes intactas) (Figura 6 A e A1), destaca-se que em ambos a sarcotesta foi alterada, apesar de o último não ter sido submetido a qualquer tratamento. Possivelmente, o processo de secagem, realizado

logo após a extração da semente, que ainda possuía alto teor de umidade, favoreceu a aderência da sarcotesta na mesotesta como um fino tecido residual (Figura 6 A e A1).

Como já discutido, não foi obtida diferença significativa em relação à germinação entre os tratamentos adicionais e a testemunha (Tabela 6). No entanto, ao analisar a relação entre a germinação e as alterações causadas no tegumento em decorrência destes tratamentos. Foi possível verificar que o tipo de alteração no tegumento, causada pelo NaClO e/ou manual (fritção em peneira), influenciou numericamente a porcentagem de germinação (Tabela 6). O tratamento peneira+24 h em água parada mostrou potencial para auxiliar o processo germinativo, ao contrário do tratamento 2%, 20:1, 24 h, com menor porcentagem de germinação.

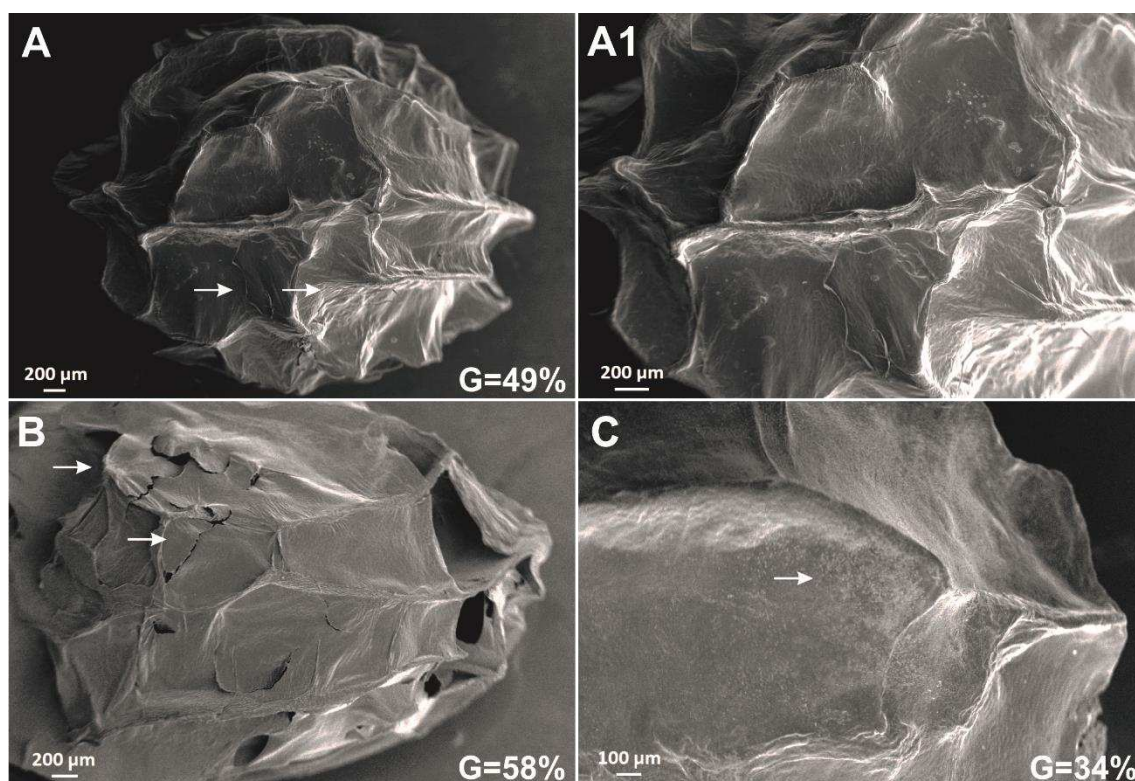


Figura 6. Micrografia eletrônica de varredura de sementes de *Carica papaya* L. Vista externa do tegumento. A – Sementes intactas (testemunha), com destaque no resíduo de sarcotesta. A1 – Testemunha: sementes intactas, com destaque no resíduo de sarcotesta. B - Tratamento adicional, peneira+24 h em água parada. C - Tratamento adicional 2%, 20:1, 24 h (concentração, mL de hipoclorito de sódio: número de sementes e tempo de exposição, respectivamente). Destaque nos danos pelo efeito dos tratamentos. G – Germinação.

Visando observar as alterações no tecido tegumentar pelo efeito da concentração de cloro ativo, foram fixadas as variáveis proporção e tempo de exposição. Assim, observa-se que, com o aumento da concentração de cloro, os danos no tegumento foram mais evidentes (Figura 7). Foram observados pequenos pontos brancos pelo resíduo do hipoclorito (Figura 7 B e B1), como o desgaste das camadas do tegumento (tecido corroído), e afundamento do tecido na região afetada (Figura 7 C e C1). Observou-se também, maior desgaste pela presença de pequenos orifícios em toda a extensão do tegumento, no tratamento 6%, 3:1, 24 h (Figura 7 D e 7 D1), quando comparado ao tratamento sem cloro ativo, que não apresentou dano aparente (Figura 7 A).

Ao considerar o desempenho germinativo nesses tratamentos, foi observada redução de 53% na germinação do tratamento 0%, 3:1, 24 h (sem cloro ativo) para o tratamento 6%, 3:1, 24 h. Dessa forma, pode-se concluir que o aumento da concentração de cloro ativo aumentou os danos no tegumento. Esses danos, ao invés de favorecer a germinação, pela remoção de compostos fenólicos e o fornecimento de oxigênio para o embrião, prejudicaram gradativamente os percentuais germinativos. Possivelmente, a entrada de NaClO no endosperma e/ou embrião afetou o metabolismo normal das sementes durante o processo germinativo, como o suprimento de reservas do endosperma para o embrião.

Concentração de cloro

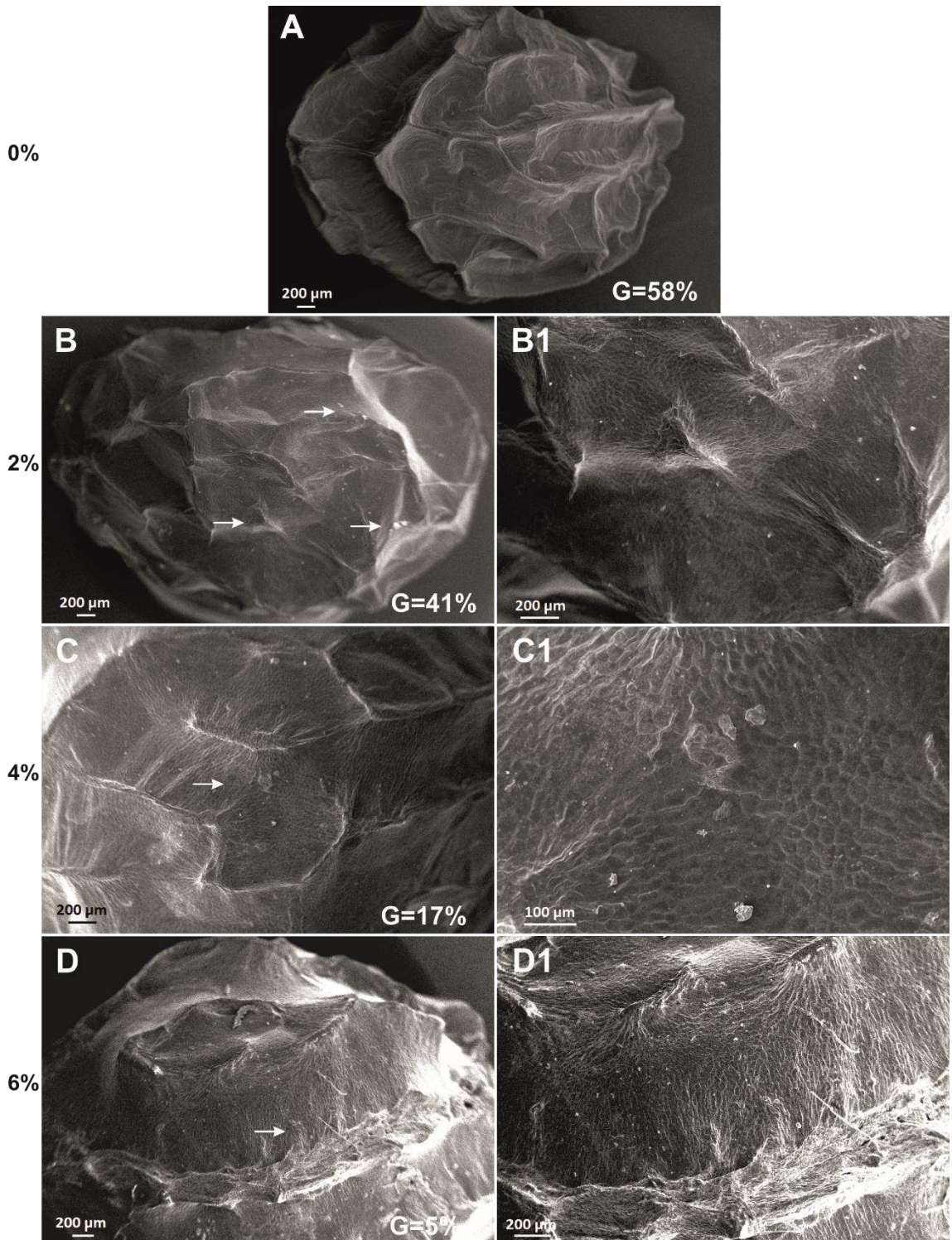


Figura 7. Micrografia eletrônica de varredura de sementes de *Carica papaya* L. Vista externa do tegumento, avaliação da concentração de cloro ativo. A- Tratamento 0%, 3:1, 24 h (cloro ativo, volume de sementes: volume de solução, tempo de exposição, respectivamente). B- Tratamento 2%, 3:1, 24 h. B1 – Tratamento 2%, 3:1, 24 h. C - Tratamento 4%, 3:1, 24 h. C1 - Tratamento 4%, 3:1, 24 h. D – Tratamento 6%, 3:1, 24 h. D1– Tratamento 6%, 3:1, 24 h. Destaque nos danos pelo efeito do tratamento. G – Germinação.

As alterações no tegumento, em função do tempo de exposição ao cloro, foram menos evidentes (Figura 8), porém, foi possível ressaltar o efeito dos tratamentos nas amostras avaliadas. O hipoclorito enfraqueceu o tegumento e possibilitou que o dano mecânico ocorresse, uma vez que houve desgaste das camadas do tegumento, e esse ficou mais propenso aos danos de manipulação (Figura 8 A e 8 A1). Fato que fica evidente pela presença de danos mecânicos no sítio onde o tecido tem desgaste severo. Também ressalta-se que o NaClO dificultou o normal processamento das amostras durante a etapa de metalização com ouro, isso pela presença de charging, regiões brilhantes, produto da ineficiente cobertura do banho de ouro, neste caso, possivelmente afetada pelos resíduos de hipoclorito depositados nas amostras (Figura 8 B).

Ao associar a porcentagem de germinação em função do tempo, foi observada uma queda de 5% entre o menor (8 h) e maior período de imersão (24 h). Entretanto, esta variação não foi significativa (Tabela 8), uma vez que não houve diferença entre os tempos testados para a porcentagem de germinação.

Tempo de exposição

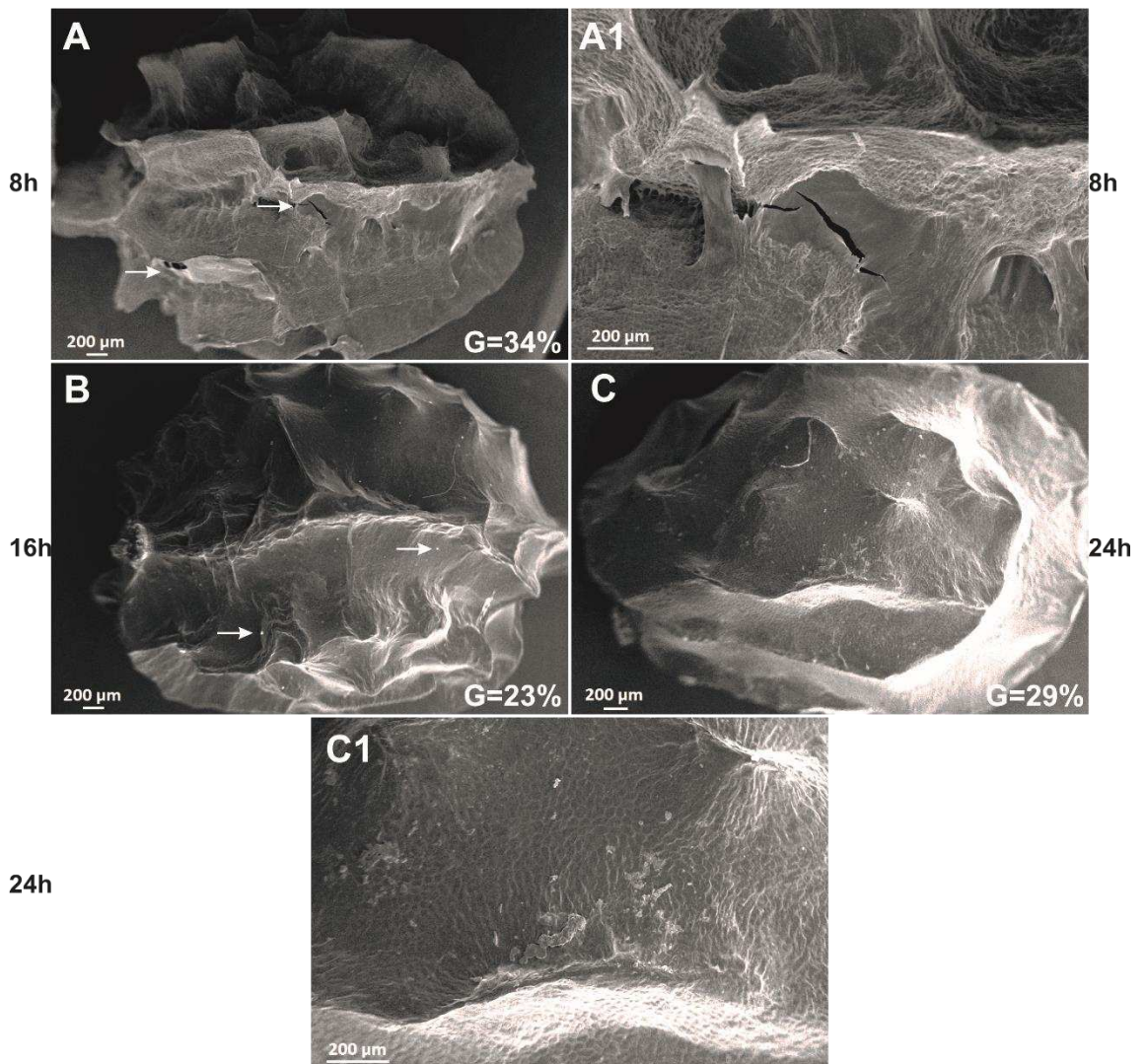


Figura 8. Micrografia eletrônica de varredura de sementes de *Carica papaya* L. Vista externa do tegumento, avaliação do tempo de exposição. A - Tratamento 4%, 1:1, 8 h. A1- Tratamento 4%, 1:1, 8 h. B – Tratamento 4%, 1:1, 16 h, com destaque no charging. C – Tratamento 4%, 1:1, 24 h. C – 1 Tratamento 4%, 1:1, 24 h. Destaque nos danos pelo efeito dos tratamentos. G – Germinação.

Ocorreram alterações no tegumento de acordo com a proporção (volume de solução: volume de sementes), que afetaram a germinação (Figura 9). Visualmente, ficou evidente o maior desgaste do tecido com o aumento dessa proporção. Foi observada maior extensão do tegumento com partes brancas, pequenos orifícios e corrosão no tratamento com maior quantidade de cloro ativo (Figura 9 D e D1).

Adicionalmente, nesses tratamentos, ocorreu redução de 32% na germinação entre os tratamentos com menor (1:1) e maior quantidade de NaClO (6:1). Conseqüentemente, podemos concluir que a quantidade de NaClO danifica em diferentes intensidades as estruturas do tegumento e essas alterações influenciam a germinação final.

Proporção

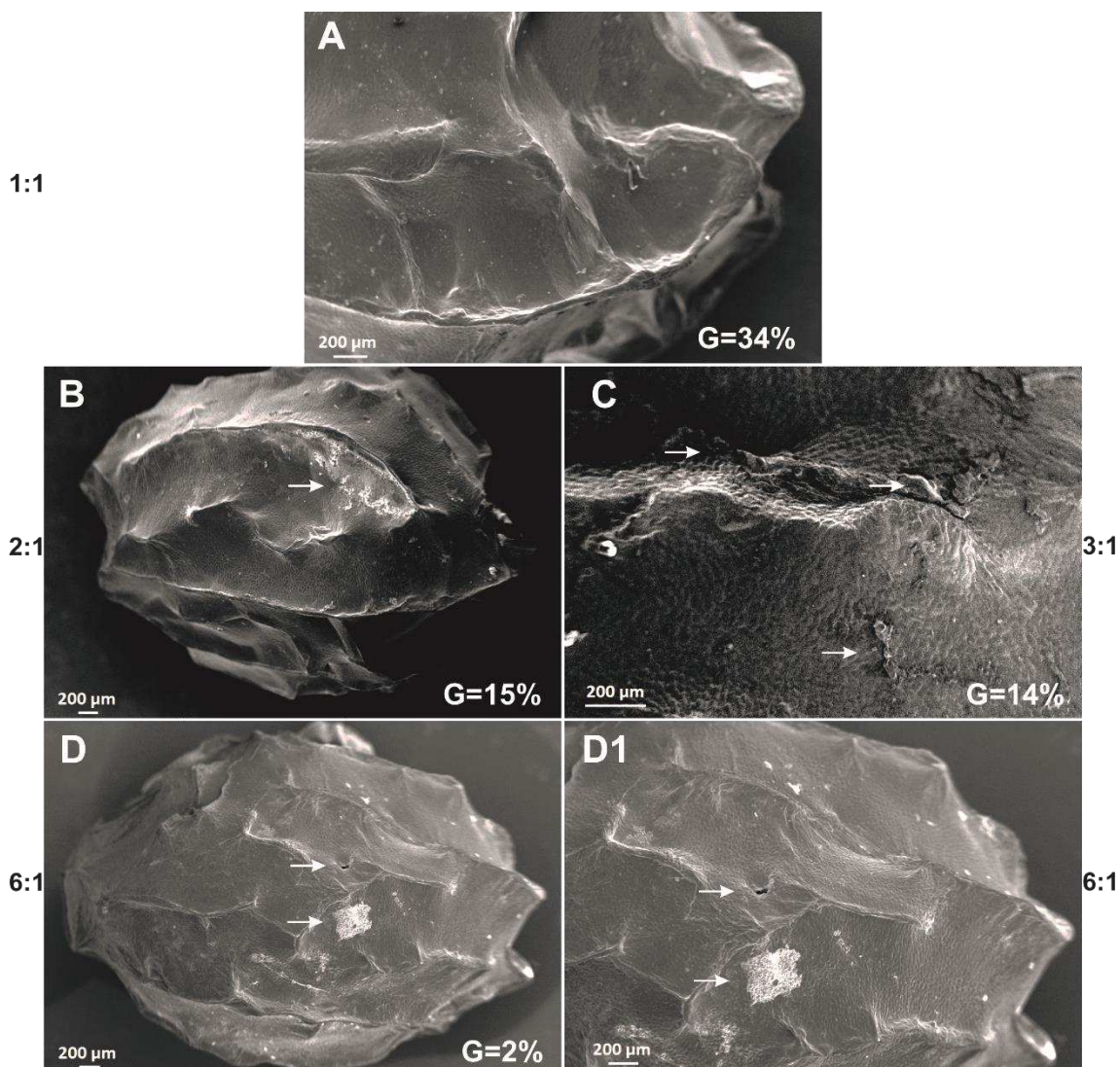


Figura 9. Micrografia eletrônica de varredura de sementes de *Carica papaya* L. Vista externa do tegumento, avaliação da proporção (volume de solução: volume de sementes). A - Tratamento 6%, 1:1, 16 h. B – Tratamento 6%, 2:1, 16 h. C – Tratamento 6%, 3:1, 16 h. D - Tratamento 6%, 6:1, 16 h. D1 - Tratamento 6%, 6:1, 16 h. Destaque nos danos pelo efeito dos tratamentos. G- Germinação.

5. CONCLUSÕES

A exposição das sementes de mamão em soluções de hipoclorito de sódio não favoreceu a germinação, sendo prejudicial em concentrações mais elevadas.

Os fatores concentração e proporção de hipoclorito de sódio foram prejudiciais à germinação das sementes, principalmente quando adotadas combinações com valores elevados de ambos.

O tempo de exposição das sementes ao hipoclorito de sódio não afetou a germinação.

O hipoclorito de sódio afetou a integridade do tegumento das sementes.

O tratamento 0% de cloro ativo (imersão em água), proporção 2:1, 24 h de exposição, teve efeito semelhante aos tratamentos adicionais na germinação e foi superior aos demais na velocidade de germinação das sementes.

Recomenda-se novos estudos, com concentração de hipoclorito de sódio próximo ou inferior a 4%, em lotes de sementes provenientes de frutos com diferentes históricos, ou seja, com qualidade fisiológica e dormência diferenciadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Informa economics FNP, 2015. 472 p.

ANDRADE, A. A.; JASPER, S. P. Temperatura na emergência de quatro variedades de mamoeiro. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p.401-406, 2013.

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. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.136-143, 2007.

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

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

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; **Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Lexington: University of Kentucky, 2014. 1600p

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: viability, dormancy and environmental control**. Berlin: Springer-Verlag, 2012. 375p.

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

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

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.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CAVALCANTE, J. A.; PEREIRA, N. A. E.; NOBRE, R. G.; LOPEZ, K. P.; MARQUEZ, K. M. Qualidade fisiológica de sementes de mamão submetidas a diferentes métodos de remoção da sarcotesta. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.2, p.285-290, 2014.

CORNER, E. J. H. **The seeds of dicotyledons**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. 558p.

COUTO, F.A.D.; NACIF, S.R. Hibridação em mamão. In: Borém, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999. p.307-329.

DANTAS, J. L. L. Mamão. Produção: aspectos técnicos. In: SILVA, J. M. M. (Ed). **Cultivares**. Brasília: DF, 2000. p. 13-14.

DEAN, J. C. G.; BADILLO, M. E. V.; TAPIA, M. A. T.; CABELLO, S. I. D.; ASPEYTIA, D. S. Métodos de extracción de semilla en papaya Golden y la relación com la longevidad. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v.2, n.2, p.281-288, 2011.

DIAS, M. A.; DIAS, D. C. F. S.; BORGES, E. E. D. L.; DIAS, L. A. D. S. Quality and phenolic compounds in papaya seeds changed by harvest and maturity of fruits. **Ciência Rural**, v.45, n.4, p.737-743, 2015.

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Avaliação de métodos de remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arábica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.191-195, 1993.

DIAS, M. C. L. L.; SHIOGA, P. S. Tratamentos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oriza sativa L.*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.52-57, 1997.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Produção Brasileira de mamão em 2013**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355135/1529009/Mamao_Brasil_2013.pdf/c55eacd9-3c37-4f49-a882-af30b7ddf442>. Acesso em: 15 jun. 2015.

EMBRAPA. **Mamão: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Coordenação editorial: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 176p.

ESQUIVEL, M. A.; LOPEZ, Y. O.; RAMIREZ, R. R.; DIAS, H. O.; DEL SOL, M. C.; Dormancia em semillas de papaya cv Maradol Roja durante el almacenamiento. **Agronomía Mesoamericana**, v.22, n.2, p.351-357, 2011.

FAO. **Produção mundial de mamão de 2013**. Disponível em: <<https://www.cnpmf.embrapa.br/>>. Acesso em: 17 fev. 2015.

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

FOSTER, L. T. Morphological and cytological studies on *Carica papaya*. **Botanical Gazette**, v.105, n.1, p.116-126, 1943.

FREITAS, S. J.; BARROSO, D. G.; SILVA, R. F.; MARTINS, V. H. C. R.; FREITAS, M. D. S.; FERREIRA, P. R. Métodos de remoção da sarcotesta na germinação de sementes de jaracatiá. **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.91-96, 2011.

GIL, A. I.; MIRANDA, D. Anatomical aspects of papaya (*Carica papaya L.*) seed. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 2, n.2, p.145-156, 2008.

GUIMARÃES, M. A.; DIAS, D. C. F. S.; LOUREIRO, M. E. Hidratação de sementes. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.2, n.1, p.31-39, 2008.

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

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

JESUS, V. A. M. **Hipoclorito de sódio na remoção da sarcotesta e na qualidade fisiológica de sementes de mamão**. 2014. 87f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Viçosa, 2014.

JESUS, V. A. M.; ARAÚJO, E. F.; SANTOS, F. L.; ALVES, E.; DIAS, L. A. dos S. Sodium hypochlorite for sarcotesta remotion from papaya seeds: anatomical studies. **Journal of Seed Science**, v.37, n.4, p.228-235, 2015.

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.

LOPES, A. W. P.; SELEGUINI, A.; BOLIANI, A. C.; CÔRREA, L. S. Estádio de maturação do fruto e uso de ácido giberélico na germinação de sementes de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.4, p.278-284, 2009.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**, Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

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 período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.12-17, 2005.

MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A. Fertirrigação da cultura do mamoeiro. In: MARTINS, D.S.; COSTA, A.N.; COSTA, A. F. S. **Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, 2007. p.43-61.

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

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.

OLATOYE, S. T.; HALL, M. A. Interaction of ethylene and light on dormant weed seeds. In: HEYDECKER, W. **Seed ecology**, 1972. p.233-249.

PAOLI, A. A. S. Semente. In: SOUZA, L. A. **Anatomia do fruto e semente**. Pelotas: UEPG, 2006. p.128-163.

RUBIM, R. F.; VIEIRA, H. D.; FONTES, 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.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p.76-82, 2011.

SANTOS, R. C. A.; SAMPAIO, L. S. V.; COSTA, J. A. Condição ambiental, teor de água e embalagem na viabilidade e no vigor de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.194-202, 1999.

SANTOS, S. A.; SILVA, R. B.; PEREIRA, M. G.; ALVES, E.; MACHADO, J. C.; BORÉM, F. L.; 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.

SANTOS, T. C.; **Estudo "in vitro" do efeito do aumento da temperatura das soluções de hipoclorito de sódio sobre suas propriedades físico-químicas anteriores e posteriores à dissolução do tecido pulpar bovino.** 1999.108f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.

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.

SINGH, R. M.; SINGH, I. D. Effects methods and duration of storage on seed germination and seedling vigour in papaya. **Seed Research**, v.9, n.1, p.67-72, 1981.

SOFIATTI, V.; ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; REIS, M. S.; SILVA, L. V. B. D.; CARGNIN, A. Use of sodium hypochlorite to degrade the endocarp in coffee seeds at different moisture contents. **Revista Brasileira de sementes**, v.30, n.1, p.150-160, 2008.

SOUZA, L. S.; FIOR, C. S.; SOUZA, P. V. D.; SCHWARZ, S. F. Desinfecção de sementes e multiplicação de in vitro de guabijuzeiro a partir de segmentos apicais juvenis (*Myrcianthes pungens* O. Berg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.691-697, 2011.

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.

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.

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.

TUNES, L. M.; BADINELLI, P. G.; OLIVO, F.; BARROS, A. C. S. A. Tratamentos para superação da dormência em sementes de cevada. **Scientia Agraria**, v.10, n.1, p.015-021, 2009.

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

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