

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

LAÍS NAIARA HONORATO MONTEIRO

**ARMAZENAMENTO E TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES
DE *Punica granatum* L.**

Ilha Solteira

2017

LAÍS NAIARA HONORATO MONTEIRO

**ARMAZENAMENTO E TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES
DE *Punica granatum* L.**

Orientador: Prof. Dr. Aparecida Conceição Boliani

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP - Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Monteiro, Laís Naiara Honorato.

M775a Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de *Punica granatum* L. / Laís Naiara Honorato Monteiro. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017
85 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistema de Produção, 2017

Orientador: Aparecida Conceição Boliani
Inclui bibliografia

1. Romã. 2. Sarcotesta. 3. Escarificação. 4. Imersão.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de *Punica granatum* L.

AUTORA: LAÍS NAIARA HONORATO MONTEIRO

ORIENTADORA: APARECIDA CONCEICAO BOLIANI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:



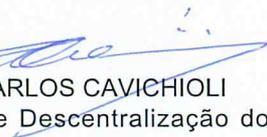
Profa. Dra. APARECIDA CONCEICAO BOLIANI

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Profa. Dra. MARIA GABRIELA FONTANETTI RODRIGUES

Curso de Engenharia Agrônômica / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena



Prof. Dr. JOSÉ CARLOS CAVICHIOLI

Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Ilha Solteira, 12 de janeiro de 2017

DEDICO

Aos anjos **Endrigo** e **Mariana** (*In Memoriam*), irmãos que não conheci, porém, estão presentes em minha vida, e nunca me deixaram só. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me conceder paciência, sabedoria e tranquilidade para superar os desafios impostos.

Aos meus pais Isac e Lúcia, que me amam incondicionalmente e me ofertam compreensão e incentivo seja qualquer situação que enfrento. Vocês são maravilhosos! Lhes amo mais que tudo.

Ao meu noivo Rodrigo, que nunca mediu esforços para me ajudar nas aflições e por ser paciente e compreensivo nas inúmeras ocasiões de desespero e apertos dessa fase. Te amo!

Aos meus avós Isaías e Amara, e meus tios Iranildo, Denize, Donizete e Lucidalva, que me apoiaram desde o princípio.

Ao meu amigo Tonho, por todas as horas de companheirismo e descontração, por me ensinar muito além do que precisava, e por se dedicar e se alegrar tanto com meu sucesso.

Ao meu grupo de pesquisa PdFruti (Carlos, Gabriela, Izabela, Marcela, Maria Gabriela e Mariane). Obrigada pelo companheirismo, trabalhos, passeios, risadas e encontros. Aprendi muito com vocês. Espero que estejamos sempre juntos de alguma forma.

À minha orientadora Aparecida Conceição Boliani, pela dedicação e encorajamento de me fazer acreditar que sou capaz. Obrigada por sempre defender “seus filhos” contra tudo e contra todos.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, pela oportunidade de ensino de qualidade e aprendizados que levarei por toda vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos, que me auxiliou e concedeu suporte financeiro em todos os experimentos propostos.

Aos professores que passaram pelo meu caminho, não esquecerei de nenhum de vocês.

A Sr. Antonio Tuguimoto (*in memoriam*) e família, pela atenção nos dedicada ao disponibilizar sua propriedade para que pudéssemos realizar os experimentos. Obrigada pelo apoio e simpatia que nos foi ofertado.

Ao Engenheiro Agrônomo Carlos Suyama, pela disposição e empenho para enviar os frutos utilizados nos experimentos.

RESUMO

A romãzeira (*Punica granatum L.*), espécie exótica no Brasil, possui grande potencial para exploração comercial por apresentar inúmeras atividades medicinais e nutracêuticas. Porém, sua produção de mudas via sementes não se encontra totalmente elucidada na literatura. Objetivou-se avaliar o efeito do armazenamento e de tratamentos pré-germinativos na emergência e crescimento inicial de plântulas de romãzeira. O experimento foi realizado no Laboratório do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da UNESP - Câmpus de Ilha Solteira, de agosto a dezembro de 2015. Foram coletados frutos de romã cv. Comum fisiologicamente maduros de pomar comercial localizado no município de Presidente Prudente - SP. Avaliaram-se até estabilização da emergência: início, porcentagem, índice de velocidade e tempo médio de emergência. Aos 50 dias após a semeadura avaliaram-se: número de folhas; diâmetro do caule; comprimento do sistema radicular e da parte aérea e massa de matéria fresca e seca total. Para o experimento de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias em embalagens de sacos de polietileno transparentes, sacos de papel brancos, e frascos de vidro), em um lote das sementes não foi retirado a sarcotesta. Para os experimentos de escarificação e imersão em água (0, 12, 24 e 48 horas) e em GA₃ (0, 500, 1000 e 1500 mg L⁻¹), a escarificação em um lote das sementes foi feita com lixa de nº 100. A sarcotesta das sementes de todos experimentos foi retirada utilizando a pressão dessas contra uma peneira com abertura de 2,36 mm em água corrente. Verificou-se que o armazenamento de sementes de romã com sarcotesta é viável em embalagens de polietileno transparentes por até 90 dias, favorecendo variáveis de emergência. Sementes de romã com sarcotesta devem ser semeadas logo após retiradas do fruto para favorecer o crescimento inicial das plântulas. Nos experimentos de escarificação, a associação deste método com imersão em água por 12 horas ou em 500 mg L⁻¹ GA₃ reduziu o início e o tempo médio de emergência das sementes de romã. Para emergência e crescimento inicial de plântulas de romã não se faz necessário o uso da escarificação mecânica, da água e do ácido giberélico na imersão das sementes.

Palavras-chave: Romã. Sarcotesta. Escarificação. Imersão.

ABSTRACT

The pomegranate (*Punica granatum* L.), an exotic species in Brazil, has great potential for commercial exploration because it presents innumerable medicinal and nutraceutical activities. However, its production of seedlings via seeds is not fully elucidated in the literature. The objective of this study was to evaluate the effect of storage and pre-germination treatments on emergence and initial growth of pomegranate seedlings. The experiment was conducted in the Plant Science Laboratory of the Department of Plant Science, Food and Socio-Economics of Technology, UNESP – Faculty of Engineering – Ilha Solteira, from August to October 2015. Physiologically mature fruits were collected from adult plants of pomegranate cv. Comum in a commercial orchard located in the Presidente Prudente city. Start, percentage, speed index and emergence mean time were evaluated until emergence stabilization. Fifty days after sowing were evaluated: leaves number; stem diameter, root length, shoot length and total fresh and dry matter. For the storage experiment (0, 30, 60, 90 and 120 days in transparent polyethylene bags, white paper bags, and glass bottles), in lot of seeds the sarcotesta was not sarcotesta. For scarification and water immersion experiments (0, 12, 24 and 48 hours) and in GA₃ (0, 500, 1000 and 1500 mg L⁻¹), scarification in a lot of seeds was done with sandpaper n° 100. It was pressed against sieve (2,36 mm aperture) under running water for removal of sarcotesta of all experiments. The storage of pomegranate seeds with sarcotesta is viable in transparent polyethylene packages for up to 90 days, favoring emergency variables. Pomegranate seeds with sarcotesta should be sown after being removed from the fruit to favor the initial growth of the seedlings. In the scarification experiments, the association of this method with immersion in water for 12 hours or in 500 mg L⁻¹ GA₃ reduced the start and mean time of emergence pomegranate seeds. For emergence and initial growth of pomegranate seedlings, it is not necessary to use mechanical scarification, water and GA₃ in the immersion of seeds.

Keywords: Pomegranate. Sarcotesta. Scarification. Immersion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Centros de origem e diversidade das plantas cultivadas, segundo Vavilov.	15
Figura 2.	Volume em toneladas comercializado de romã (<i>Punica granatum</i> L.) na Ceagesp de São Paulo nos anos de 2011 a 2014.	17
Figura 3.	Sementes de romã (<i>Punica granatum</i> L.): com sarcotesta vista da região ventral (A) e dorsal (B) e sem sarcotesta vista da região ventral (C) e dorsal (D). Aumento de 0,7x. Ilha Solteira – SP, 2016.	30
Figura 4.	Teor de água inicial (A) e de acordo com períodos de armazenamento, embalagem de polietileno (PL) (B), papel (PP) (C) e vidro (VI) (D) de sementes de romã (<i>Punica granatum</i> L.) com (CS) e sem sarcotesta (SS). Ilha Solteira – SP, 2016.	33
Figura 5.	Emergência de sementes de romã (<i>Punica granatum</i> L.) com (CS) e sem sarcotesta (SS) na primeira semeadura (0 dias) (A) e de acordo com os períodos e embalagens de armazenamento de sementes com sarcotesta. PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Ilha Solteira – SP, 2016.	38
Figura 6.	Plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) oriundas de sementes com sarcotesta durante: 0 (A), 30 (B), 60 (C), 90 (D) e 120 (E) dias de armazenamento. Ilha Solteira – SP, 2016.	39
Figura 7.	Plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) oriundas de sementes sem sarcotesta durante 0 (A) e 30 (B) dias de armazenamento. Ilha Solteira – SP, 2016.	40
Figura 8.	Número de folhas (NF) e comprimento do sistema radicular (CSR) (A), diâmetro do caule (DC) e comprimento da parte aérea (CPA) (B) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) oriundas de sementes com (CS) e sem sarcotesta (SS). Ilha Solteira – SP, 2016.	41
Figura 9.	Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), comprimento do sistema radicular (C) e comprimento da parte aérea (D) em função de embalagens (PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro) e períodos de armazenamento de sementes de romã (<i>Punica granatum</i> L.) com sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.	43
Figura 10.	Sementes de romã (<i>Punica granatum</i> L.): sem escarificação vista da região ventral (A) e dorsal (B) e com escarificação vista da região ventral (C) e dorsal (D). Aumento de 0,7x. Ilha Solteira – SP, 2016.	47
Figura 11.	Porcentagem de emergência de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, em função de períodos de imersão em água. Ilha Solteira – SP, 2016.	51

Figura 12.	Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), comprimento do sistema radicular (C) e comprimento da parte aérea (D) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, em períodos de imersão em água. Ilha Solteira – SP, 2016.	53
Figura 13.	Massa de matéria fresca (A) e seca (B) total de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, em períodos de imersão em água. Ilha Solteira – SP, 2016.	55
Figura 14.	Bandejas com plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) oriundas de imersão em água por (A) 0 horas; (B) 12 horas; (C) 24 horas e, (D) 48 horas, sendo o lado esquerdo da linha vermelha as sementes sem escarificação e o lado direito, as sementes escarificadas. Ilha Solteira – SP, 2016.	56
Figura 15.	Porcentagem de emergência de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, imersas em concentrações de ácido giberélico (mg L^{-1}). Ilha Solteira – SP, 2016.	60
Figura 16.	Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), comprimento do sistema radicular (C) e comprimento da parte aérea (D) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, imersas em concentrações de ácido giberélico (mg L^{-1}). Ilha Solteira – SP, 2016.	62
Figura 17.	Massa de matéria fresca (A) e seca (B) total de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, em função de concentrações de ácido giberélico (mg L^{-1}). Ilha Solteira – SP , 2016.	64
Figura 18.	Bandejas com plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) oriundas de imersão em ácido giberélico em (A) 0 mg L^{-1} ; (B) 500 mg L^{-1} ; (C) 1000 mg L^{-1} e, (D) 1500 mg L^{-1} , sendo o lado esquerdo da linha vermelha as sementes sem escarificação e o lado direito, as sementes escarificadas. Ilha Solteira – SP, 2016.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição nutricional da romã e recomendação diária dos constituintes.	20
Tabela 2.	Médias de IE (início da emergência), PE (porcentagem de emergência), IVE (índice de emergência) e TME (tempo médio de emergência) em relação à presença ou ausência de sarcotesta, embalagens e períodos de armazenamento de sementes de romã (<i>Punica granatum</i> L.). Ilha Solteira – SP, 2016.	35
Tabela 3.	Valores de IE (início da emergência), IVE (índice de velocidade de emergência) e TME (tempo médio de emergência) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com embalagens e períodos de armazenamento das sementes com sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016. ..	36
Tabela 4.	Valores de IE (início de emergência), IVE (índice de velocidade de emergência), TME (tempo médio de emergência) e PE (porcentagem de emergência) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com as embalagens e períodos de armazenamento das sementes sem sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.	39
Tabela 5.	Médias de NF (número de folhas), DC (diâmetro do caule), CPA (comprimento da parte aérea) e CSR (comprimento do sistema radicular) em relação à presença ou ausência de sarcotesta, embalagens e períodos de armazenamento de sementes de romã (<i>Punica granatum</i> L.). Ilha Solteira – SP, 2016.	40
Tabela 6.	Valores de NF (número de folhas), DC (diâmetro do caule), CPA (comprimento da parte aérea) e CSR (comprimento do sistema radicular) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com as embalagens e períodos de armazenamento das sementes sem sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.	44
Tabela 7.	Médias de MFT (massa de matéria fresca total) e MST (massa de matéria fresca total) em relação à presença ou ausência de sarcotesta, embalagens e períodos de armazenamento de sementes de romã (<i>Punica granatum</i> L.). Ilha Solteira – SP, 2016.	44
Tabela 8.	Valores de MFT (massa de matéria fresca total) e MST (massa de matéria seca total) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com embalagens e períodos de armazenamento de sementes com sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.	45
Tabela 9.	Valores de MFT (massa de matéria fresca total) e MST (massa de matéria seca total) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com as embalagens e períodos de armazenamento das sementes sem sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.	46

Tabela 10.	Valores de IE (início da emergência), IVE (índice de velocidade de emergência) e TME (tempo médio de emergência) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com escarificação das sementes e períodos de imersão. Ilha Solteira – SP, 2016.	49
Tabela 11.	Valores de início da emergência (IE), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de plântulas de romã (<i>Punica granatum</i> L.) de acordo com escarificação das sementes e concentrações de ácido giberélico. Ilha Solteira – SP, 2016.	59

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA CULTURA DA ROMÃZEIRA.....	14
2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E DESCRIÇÃO DA PLANTA	15
2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, CULTURAL E NUTRICIONAL	17
2.3.1 Aplicações medicinais da romãzeira	19
2.4 TECNOLOGIA DE SEMENTES	22
2.4.1 Armazenamento de sementes	24
2.4.2 Escarificação mecânica e imersão das sementes	26
3. EXPERIMENTO I: ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES DE ROMÃ E TIPOS DE EMBALAGEM	29
3.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1.1 Material Vegetal	29
3.1.2 Variáveis analisadas	31
3.1.3 Delineamento experimental e análises estatísticas	31
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
3.3 CONCLUSÃO.....	46
4. EXPERIMENTO II: ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA E IMERSÃO DAS SEMENTES DE ROMÃ EM ÁGUA	47
4.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1.1 Material Vegetal	47
4.1.2 Variáveis analisadas	48
4.1.3 Delineamento experimental e análises estatísticas	48
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.3 CONCLUSÃO.....	56
5. EXPERIMENTO III: ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA E IMERSÃO DAS SEMENTES DE ROMÃ EM ÁCIDO GIBERÉLICO	57
5.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
5.1.1 Material Vegetal	57
5.1.2 Variáveis analisadas	57
5.1.3 Delineamento experimental e análises estatísticas	58
5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.3 CONCLUSÃO.....	65
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A romã (*Punica granatum* L.), é uma fruta originária do Oriente Médio, que se estende por todo Mediterrâneo, leste da China e da Índia, além do sudoeste americano, Califórnia e México (WERKMAN et al., 2008; ROBERT et al., 2010).

No Brasil, a cultura da romãzeira encontrou condições adequadas para o crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e produção de frutos de boa qualidade, predispondo-se em regiões de climas subtropical, temperado-quente e tropical, o que fez com que a espécie se expandisse por todo o território nacional (MANICA, 2007).

Sua capacidade nutricional e funcional delibera sua promoção ampla como planta ornamental, e um dos novos superalimentos, por deter em seus constituintes bioativos, atividades anticancerígenas, anti-inflamatórias, antimicrobianas, anti-degenerativas, antiproliferativas e hepatoprotetoras, além da redução do risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, usados há séculos em culturas antigas na medicina popular (WERKMAN et al., 2008; GONZÁLEZ-MOLINA; MORENO; GARCÍA-VIGUERA, 2009; FISCHER; CARLE; KAMMERER, 2011; JOHANNINGSMEIER; HARRIS, 2011; SALGADO et al., 2012).

Assim como a romã, inevitavelmente quando uma espécie possui grande importância e se adapta rapidamente à uma região, além de ter seus benefícios comprovados e utilizados em vários setores, cresce paralelamente a demanda por seus frutos, mudas de qualidade e, conseqüentemente, por técnicas de produção adequadas à cultura (MATITYAHU et al., 2015).

Apesar da boa aptidão apresentada no país e da indiscutível variedade de aspectos medicinais que a romã exhibe, não há no Brasil trabalhos sobre técnicas apropriadas de manejo de suas sementes e a propagação por esse método. Com a importância da cultura retratada e requisitada em diversos setores como agroindustriais e produtos farmacêuticos (WANG et al. 2013), utilizar técnicas bem-sucedidas e com alto potencial, associando-se à atividade terapêutica da espécie, proporcionará condições para o cultivo e exploração da mesma, indispensável para garantia da planta, melhoria de seu acesso, além de impulsionar novas pesquisas no ramo.

A escassez de conhecimentos a respeito de espécies importantes como a romã, obriga desde técnicos à pequenos, médios e grandes produtores, falharem em procedimentos fundamentais para a cultura, como o armazenamento das sementes e o efeito dessa prática no

potencial germinativo e na emergência de espécies que apresentam particularidades (CATUNDA et al., 2003).

As condições de armazenamento impostas irão influenciar diretamente a germinação das sementes e a conseqüente emergência das plântulas, pois o processo de deterioração que ocorre nas sementes é contínuo, portanto, após a colheita, as sementes devem ser armazenadas de maneira adequada para que sua qualidade fisiológica seja preservada (CARNEIRO; AGUIAR, 1993; MARCOS FILHO, 2005; SCALON et al., 2006).

Além disso, as sementes que apresentam alto padrão de qualidade, produzirão mudas sob mesmo aspecto, o que torna o rigor nas etapas de germinação e emergência de plântulas mais elevado, reduzindo a necessidade de maiores gastos com replantio por obterem melhores índices de sobrevivência (SILVA; ANTONIOLLI; ANDREAZZA, 2002; LOPES, 2005).

Pela grande competitividade no setor de produção de mudas, a estratégia em produzir com alta qualidade deve ser considerada (WAGNER JÚNIOR et al., 2006). Nesse âmbito, a produção de mudas ou porta-enxertos via sementes se faz preferível pelo fato de possuir vantagens, como maior longevidade e sistema radicular mais vigoroso e profundo, com alta distribuição e adaptação do material em condições de solo e clima adversos, além de ser o processo natural de disseminação e perpetuação das espécies, e o segmento onde se baseia o melhoramento genético (FISCHER et al., 2013; PECHE et al., 2016).

A dificuldade da propagação por sementes é que se porventura as mesmas apresentem dormência, e se não forem tratadas ou estiverem em condições desfavoráveis de germinação, causarão desuniformidade na emergência de plântulas, comprometendo a produção de mudas por prolongar o período para o transplante (LEITE et al., 2012).

Para que a expansão de culturas como a romãzeira seja facilitada, é necessário que se empregue métodos simples e contínuos que proporcionem às plantas um desenvolvimento uniforme, fato que se inicia nos processos de germinação das sementes e emergência das plântulas (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

Entretanto, há relatos na literatura de dificuldade na obtenção de altos valores de emergência na romã (MATERECHERA; SEEISO, 2013). O método mais utilizado para garantir melhores porcentagens de emergência e redução significativa do período desse processo é a escarificação, pois permite que o tegumento da semente se decomponha gradualmente, possibilitando realizar trocas gasosas e entrada de água e/ou soluções como o ácido giberélico, além de facilitar a emergência das plântulas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; LEITE et al., 2012; NELSON, 2016).

Diante do exposto, evidencia-se que pesquisas acerca do comportamento das sementes dessa cultura e sua propagação se fazem fundamentais, sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do armazenamento e de tratamentos pré-germinativos na emergência e crescimento inicial de plântulas de romãzeira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA CULTURA DA ROMÃZEIRA

A romãzeira é originária de regiões quentes e secas do Afeganistão e do Baluquistão (DE CANDOLLE, 1967), porém com o decorrer do tempo a cultura se difundiu e adaptou-se a diversas condições climáticas como regiões tropicais, subtropicais (TRAPAIDZE; ABULADZE, 1989), temperadas (PUROHIT, 1982; LEVIN, 1995) e áreas com até 1800 m de altitude (SHARMA; SHARMA, 1990).

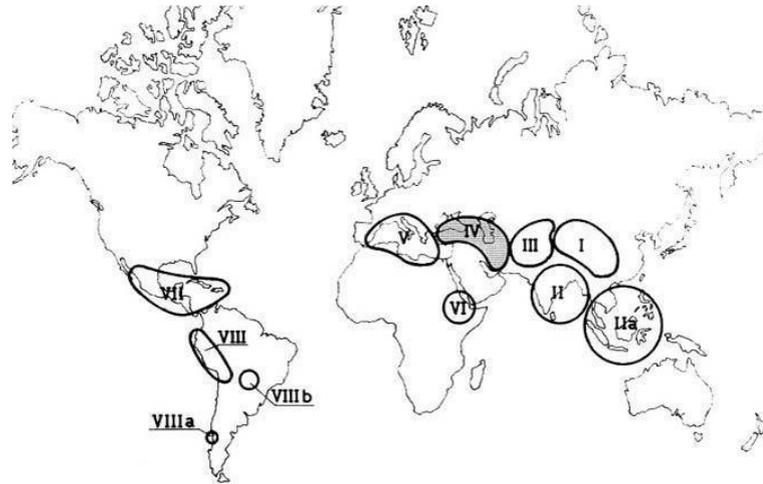
Data-se a presença de romãs na região da Pérsia e em Israel em 3000 a.C. Por volta de 2000 a.C., os fenícios estabeleceram colônias no mar Mediterrâneo na África do Norte, e trouxeram romãs a Tunísia e Egito, as quais fizeram parte das frutas exigidas pelo faraó. Na mesma época, as romãs se naturalizaram no oeste da Turquia e da Grécia. A cultura da romã em sua dispersão ao redor do mundo, alcançou a China no ano de 100 a.C. (ANARAINCO, 2006).

Por volta dos anos 800 a.C., era possível encontrar a fruta por todo o Império Romano, incluindo a Espanha, sendo que se iniciava seu conhecimento por ser amplamente cultivada na Europa Central e sul da Índia. Até o início dos anos 1400 estabeleceu-se o cultivo da romã na Indonésia (MORTON, 1987). Em 1500 e 1600, os espanhóis a introduziram na América Central, México e América do Sul (LARUE, 1980), sendo a primeira evidência clara da presença da espécie nos Estados Unidos em 1700. No ano de 1770, a cultura da romãzeira instaurou-se na Costa Oeste e foi crescendo na região da Califórnia (MORTON, 1987).

Vavilov (1926) ao estudar os centros de origem e de diversidade genética das espécies cultivadas, concluiu que estas possuem grande parte da sua variabilidade genética exatamente no seu centro de origem. Apesar da romã ter sido identificada a mais tempo, o pesquisador determinou o Centro IV, chamado de Oriente Próximo (Ásia Menor, Transcaucásia, Irã e Turquemenistão), como sendo o centro de origem da espécie (Figura 1). Este centro é identificado como origem de outras espécies tais como figo, maçã, pêra, marmelo, cereja, amêndoa, avelã, castanha, entre outras (SÁNCHEZ-MONGE, 1974; MELGAREJO, 2012).

O cultivo da romãzeira é feito em mais de 100 países ao redor do mundo. Entre os países do Mediterrâneo, a cultura ultrapassou o oceano Atlântico e por fim alcançou o Brasil por meio dos portugueses, onde devido as ótimas condições deparadas, favoreceu-se o seu crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e produção de frutos, considerados de excelente qualidade (MANICA, 2007).

Figura 1. Centros de origem e diversidade das plantas cultivadas, segundo Vavilov.



Fonte: Sánchez-Monge (1974).

Recentemente, a cultura da romãzeira obteve relevante interesse mundial, devido principalmente, aos seus vários benefícios funcionais e nutracêuticos, sendo que o maior interesse no seu cultivo é em relação ao consumo *in natura* (SUMNER et al., 2005; MANICA, 2007).

2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E DESCRIÇÃO DA PLANTA

A romã, *Punica granatum* L., é uma das únicas espécies do gênero *Punica*, sendo a mais conhecida e apreciada na alimentação humana (FONT QUER, 1993; MARS, 1998; SILVA et al., 2013a). A segunda espécie do gênero, *Punica protopunica* L., é encontrada apenas na ilha de Socotorá, da Península Arábica, e considerada como uma espécie ancestral, além de possuir um caminho evolutivo independente (SHILIKINA, 1973; KOSENKO, 1985).

Apesar de vários artigos apontarem a romã pertencente à família Punicaceae, estudos moleculares conduzidos por Huang e Shi (2002), sugeriram uma reconsideração taxonômica para a espécie, podendo colocá-la dentro da família Lythraceae (GRAHAM et al., 2005).

Trata-se de um arbusto grande, que naturalmente tende a desenvolver vários troncos e tem uma aparência espessa (ASHTON; BAER; SILVERSTEIN, 2006; LEVIN, 2006). Possui tronco curto e casca fina, de coloração marrom-avermelhada quando juvenil e obtendo a

coloração acinzentada quando adulta. Os ramos tendem a ser finos e com presença ou ausência de espinhos, dependendo da cultivar (LEVIN, 1995; SINGH; SAMADIA; KINGSLEY, 2006; OLIVEIRA et al., 2010; MACLEAN et al., 2011).

As folhas são verdes brilhantes, sem pêlos e com pecíolos curtos (HOLLAND; HATIB; BAR-YA'AKOV, 2009; MACLEAN et al., 2011). São relativamente pequenas (3-7 cm), simples, glabras, coriáceas, opostas e oblongo-lanceoladas (SINGH; SAMADIA; KINGSLEY, 2006; OLIVEIRA et al., 2010). A maioria das variedades são árvores de folha caduca (HOLLAND; HATIB; BAR-YA'AKOV, 2009).

Quando as romãzeiras são produzidas a partir de sementes, as mudas no primeiro ano de crescimento desenvolverão flores, que no segundo ano de produção darão frutos (TERAKAMI et al., 2007).

As flores são dioicas com coloração laranja avermelhada, brilhantes, com 4-8 pétalas e 4-6 cm de diâmetro. Se apresentam em dois tipos: as hermafroditas, identificadas pela base mais arredondada em forma de sino, e as funcionalmente masculinas com formato de vaso (MACLEAN et al., 2011). Possuem numerosos estames, e o ovário inferior possui duas camadas (raramente três) com 5-9 lóculos na parte superior e na parte inferior 2-5 lóculos (ASHTON; BAER; SILVERSTEIN, 2006).

O fruto da romã é uma baga de 5-12 cm, globosa, com cálice proeminente, pericarpo liso e coriáceo de coloração variando do branco ao vermelho intenso quando maduro. No interior dos frutos ocorre a formação de lóculos, membranas celulósicas com sabor adstringente, no qual estão inseridas as sementes, nas quais são envolvidas por uma sarcotesta (arilo) comestível (KUMAR, 1990; EL-KASSAS et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2010; HUMMER et al., 2012).

Dependendo da cultivar, os frutos podem apresentar em torno de 630 sementes, as quais não têm endosperma, porém apresentam grandes cotilédones (STILL, 2006). A sarcotesta, varia conforme a cultivar, podendo ser de cor arroxeadada, e muitos tons amarelados, avermelhados e rosas, variando em sabor, sólidos solúveis, tamanho e dureza (KUMAR, 1990; EL-KASSAS et al., 1998; ASHTON; BAER; SILVERSTEIN, 2006; LEVIN, 2006; OLIVEIRA et al., 2010; HUMMER et al., 2012). Em 100 gramas de sarcotesta contém 1 g de proteína; 16,6 g de carboidrato; 1 mg de sódio; 379 mg de potássio; 13 mg de cálcio; 12 mg de magnésio; 0,7 mg de ferro; 0,17 mg de cobre; 0,3 mg de vitamina B3 e 7 mg de vitamina C (GROVE; GROVE, 2008).

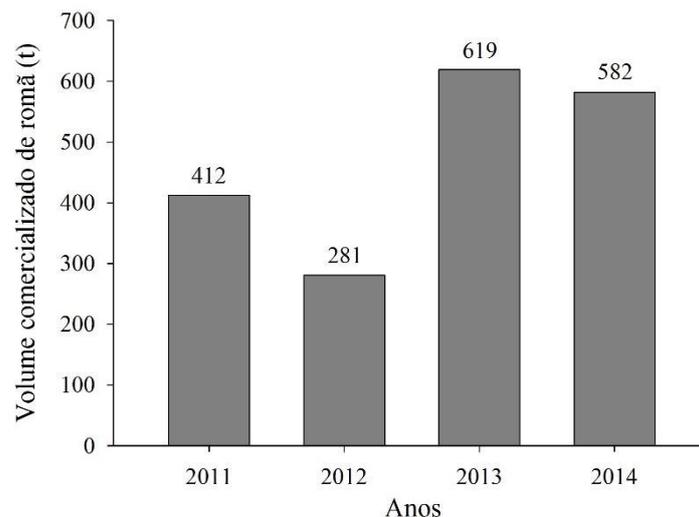
2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, CULTURAL E NUTRICIONAL

Embora o Brasil esteja se expandindo quando em termos de produção e consumo de romã, não há dados concretos e disponíveis desse aspecto na literatura. Para mais, os estudos em relação à planta no país e sua viabilidade econômica não ocorre, ou se faz incipientemente.

De acordo com Fraga (2013), no Brasil, a produção da romã comum ultrapassou nos últimos dez anos, o volume de aproximadamente 37 mil caixas (com 5 kg) para 406 mil caixas, em 2011, segundo dados do Instituto Brasileiro de Frutas (Ibraf). Em relação à média de preço, o qual foi estabilizado por um período, tem agora ganhado progressão, posto que, do ano de 2010 para 2011, o valor da caixa de R\$ 8 saltou para R\$ 11. Já em 2012, a caixa da romã comum com 3 kg na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) chegou a R\$ 25. Considerando a romã importada (cv Wonderful), a caixa com 8 kg estava sendo ofertada a R\$ 160.

Em relação ao volume comercializado de romã, pelos dados da Ceagesp, Donadio e Ruggiero (2015) afirmaram que houve um acréscimo do parâmetro do ano de 2011 a 2014. Os volumes apresentados na Figura 2 de cada ano correspondem aos valores 4,31; 2,05; 6,29 e 6,89 em milhões de reais, e valores de 10,46; 7,30; 10,17 e 11,82 em reais kg^{-1} , designando preços médios muito bons, se contrastado com outras frutas.

Figura 2. Volume em toneladas comercializado de romã (*Punica granatum* L.) na Ceagesp de São Paulo nos anos de 2011 a 2014.



Fonte: Dados da Ceagesp citados por Donadio e Ruggiero (2015).

Além disso, devido a sua vasta adaptabilidade e as numerosas descobertas no setor médico e científico, a romã têm aumentado mundialmente sua demanda. Atualmente, as

maiores produções podem ser encontradas na Índia (com 90 mil toneladas ano⁻¹), China, Irã, Turquia, Espanha, Tunísia e Azerbaijão (CAMBICI, 2011; INIFARMS, 2013). Em 2008, a produção mundial de romã totalizou cerca de 150 mil toneladas, sendo 46% (83 mil toneladas) e 37% (67 mil toneladas) provenientes da Índia e Irã, respectivamente (EFRESH, 2011).

Países como o Afeganistão, Irã, Israel, Brasil, Estados Unidos, Itália e Espanha também são considerados grandes produtores no cultivo de romã, sendo que a Espanha é o maior produtor da cultura na União Europeia. A diferença entre esse país e os euroasiáticos e norte africanos é que, na Espanha o cultivo e a venda são realizados de forma intensiva e especializada, enquanto que nas outras regiões são mais extensos e menos especializados (MELGAREJO, SALAZAR; 2001; OMAIAA, 2006).

Israel, apesar de não ser o maior produtor mundial de romã, tem utilizado avançadas tecnologias e inovações no gerenciamento da cultura, o que tem feito com que sua produção na última década tenha aumentado em torno de sete vezes. No mesmo âmbito, o país tem se sobressaído no que diz respeito ao aumento de produtividade por hectare, a uma mercadologia consciente sobre os principais nichos de mercado, além de lançar novas variedades equivalentes com as que são consumidas no norte dos Estados Unidos e na Europa (CAMBICI, 2011).

Por ser uma cultura antiga das proximidades do Mediterrâneo, a romã possui longa história, presumindo-se que sua domesticação tenha iniciado ainda no período Neolítico (LEVIN, 2006; STOVER; MERCURE, 2007; HOLLAND; BAR-YA'AKOV, 2008). Para os antigos egípcios, a romã era como um símbolo da prosperidade e da ambição, e as partes da árvore eram utilizadas como tratamento para tênia e outras infecções causadas por parasitas (BRAGA et al., 2005).

A importância dessa cultura está milenarmente consagrada, pois está presente nos textos da Bíblia em relação às paixões e fertilidade humana. Na Grécia foi declarada como um símbolo do amor e fecundidade, representando vida, renascimento e indissolubilidade do casamento (MORTON, 1987).

Sua árvore é consagrada à deusa Afrodite, em razão de acreditar-se em seus poderes afrodisíacos. Nas cerimônias e cultos de Roma, o fruto era considerado símbolo de ordem, riqueza e fecundidade (MORTON, 1987). No Zoroastrismo, a romã simboliza tanto fecundidade quanto imortalidade, além de ser um símbolo de prosperidade (PANTHAKY, 2006). Chamada de Kishimojin no Japão, possui tradições no que diz respeito ao consumo por

mulheres estéreis. Na China é simbolizada pela arte da cerâmica, exprimindo fertilidade e abundância (LANGLEY, 2000).

Para a religião judaica, a romã tem estreita relação com o ritual do ano novo, exercendo o papel de simbolizar que o ano que está chegando será superior em detrimento daquele que passou (MORTON, 1987; MANICA, 2007). No budismo, representa fundamentos das influências positivas e na religião do cristianismo, a fruta representa ressurreição, vida eterna e também fertilidade (LANGLEY, 2000).

Além da simbologia histórica e consagrada, a romã apresenta importantes propriedades medicinais utilizadas a mais de 3 mil anos, consolidando sua presença também em outros setores. Cada parte da romãzeira é capaz de exibir diferentes ações farmacológicas devido as potenciais propriedades terapêuticas dos seus constituintes bioativos (MENA et al., 2011; AVIRAM et al., 2008), o que garante à espécie diversas possibilidades de estudos.

2.3.1 Aplicações medicinais da romãzeira

São diversos os fatores, principalmente econômicos e sociais, que favorecem a integração de plantas medicinais, como a romã, no desenvolvimento de práticas de saúde (WERKMAN et al., 2008).

Atualmente têm sido realizados vários trabalhos científicos em relação às propriedades medicinais da romãzeira. Todavia, são poucos os estudos etnobotânicos, de farmacognosia e toxicológicos capazes de suprir as necessidades de conhecimentos acerca dos mecanismos de ação e efeitos dos constituintes químicos derivados da planta (WERKMAN et al., 2008).

Estudos sobre polifenóis existentes na romã têm mostrado indícios de prevenção de doenças cardiovasculares, câncer e danos neurológicos em seres humanos (AVIRAM et al., 2002; KUSKOSKI et al., 2004; LANSKY; NEWMAN, 2007).

Em relação aos fitoconstituintes presentes na planta, pode-se destacar os flavonoides (apigenina, narigenina, quercetina e rutina), antocianinas (delfinidina, cianidina e pelargonidina), taninos hidrolisáveis (ácidos gálico e elágico), alcalóides, ácido ascórbico, ácidos graxos conjugados (ácido púnico) e o ácido ursólico (LANSKY; NEWMANN, 2007; JURENKA, 2008).

Os flavonoides e antocianinas demonstram ações anticancerígenas, antimicrobianas (OPARA; AL-ANI; AL-SHUAIBI, 2009), anti-inflamatórias e antioxidantes (LANSKY; NEWMAN, 2007).

Em pesquisa realizada por Schubert, Lanski e Neeman (1999), com os flavonoides extraídos do óleo das sementes de romã, houve inibição da atividade das enzimas oxidantes cicloxigenase e lipoxigenases, importantes no desenvolvimento do processo inflamatório.

O conhecimento sobre os compostos antioxidantes vem tomando proporções cada vez maiores nos últimos 50 anos, posto que, a busca por um material de origem natural, propiciará o uso na conservação dos alimentos, em substituição dos compostos fenólicos sintéticos como o butil-hidroxianisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), terci-butil-hidroquinona (TBHQ), propilgalato (PG) dentre outros (JARDINI, 2010).

A capacidade antioxidante da romã vem tornando a fruta importante aliada na medicina. O uso das manipulações feitas pelas diferentes partes da planta da romãzeira, como as flores, suco, casca do fruto e da árvore, têm sido utilizados para uma vasta variedade de condições (LANGLEY, 2000), posto que, podem atuar em ações biológicas de ordem antitumoral (AFAQ et al., 2005), antibacteriano (PRASHANTH; ASHA; AMIT, 2001), antidiarreico (DAS et al., 1999), antifúngica (DUTTA; RAHMAN; DAS, 1998), antiúlcera (GHARZOULI et al., 1999), antivirótica, anti-helmíntica, hipoglicemiante e atividade estrogênica (WERKMAN et al., 2008).

Na Tabela 1 estão descritos a quantidade dos constituintes presentes em uma porção comestível (100 g) de romã.

Tabela 1. Composição nutricional da romã e recomendação diária dos constituintes.

CONSTITUINTES	Porção comestível (100 g)	Recomendação diária*
Energia (Kcal)	34,0	3000
Proteínas (g)	0,7	54
Lipídeos totais (g)	0,1	100-117
Fibra (g)	0,2	>35
Água (g)	91,5	2500
Cálcio (mg)	8,0	1000
Ferro (mg)	0,6	10
Magnésio (mg)	3,0	350
Zinco (mg)	0,3	15
Sódio (mg)	5,0	<2000
Potássio (mg)	275	3500
Fósforo (mg)	15	700
Selênio (µg)	0,6	70
Tiamina (mg)	0,02	1,2
Riboflavina (mg)	0,02	1,8
Vitamina C (mg)	5,7	60
Vitamina A (µg)	3,5	1000

*Recomendações para pessoas com 20 a 39 anos. Fonte: Moreiras et al. (2013).

Segundo Jafri et al. (2000), as flores são consideradas antidiabéticas, além de serem altamente adstringentes. Seu chá é capaz de interromper um sangramento, e sua infusão preparada pela fervura das gemas, pode ser curativa em crianças com diarreia crônica (KAUR et al., 2006).

O extrato das folhas de romã possui relevante atividade antitumoral, tanto *in vitro* como *in vivo* (OLIVEIRA et al., 2010). De acordo com Al-Muammar e Fozia Khan (2012), pesquisas com as folhas da planta têm demonstrado que podem também ser usadas no combate à obesidade, câncer, doenças parasitárias e microbianas (LANSKI; NEWMAN, 2007; EGHAREVBA et al., 2010; EL-SHENNAWY et al., 2010).

O suco demonstrou possuir atividade antioxidante superior àquelas verificadas no vinho tinto e chá verde, bebidas caracterizadas por apresentarem elevado poder antioxidante (MERTENS-TALCOT et al., 2006). Estudos mostram que o consumo do suco traz benefícios relacionados com a prevenção de processos oxidativos que começam com a participação de radicais livres (LANSKI; NEWMAN, 2007; JURENKA 2008). Além disso, alguns trabalhos demonstraram que o suco retarda a oxidação e a síntese de prostaglandinas, podendo inibir a proliferação de células tumorais, reduzir a invasão tumoral, promover a apoptose e ainda inibir a formação de vasos no modelo *in vitro* da membrana corioalantóide (TOI et al., 2003).

As sementes de romã são utilizadas como material de propagação e na indústria de cosméticos, além disso, por conterem elevado valor nutricional são fontes ricas de lipídios, proteínas, fibras brutas, flavonoides e antocianinas (AVIRAM et al., 2000; PROMPROM et al., 2010).

As cascas da romã também possuem elevada relevância na pesquisa. Estudos farmacológicos realizados com extratos do pericarpo apresentaram atividade contra bactérias patogênicas e inibição do crescimento de tumores experimentais (LORENZI; MATOS, 2002). São altamente ricas em taninos (AL-ZOREKY, 2009), os quais têm sido tradicionalmente utilizadas em propriedades medicinais como anticâncer, anti-inflamatória, antioxidante e anti-helmíntico (MOUSAVINEJAD et al., 2009; HAYOUNI et al., 2011). O extrato da casca da romãzeira apresenta altos índices de polifenóis, os quais têm forte efeito anti-séptico e antibacteriano contra gram-negativas e gram-positivas (NEGI; JAYAPRAKASHA, 2003).

Diante das amplas informações sobre as qualidades medicinais dos frutos de romã, é evidente a importância da disponibilização acerca da propagação dessa espécie, visto que facilitará o cultivo da fruta aos pequenos agricultores. Além disso, favorecerá indústrias de gêneros alimentícios e pequenos e médios laboratórios farmacêuticos nacionais através do progresso da fitoterapia e a obtenção de fitofármacos, já que os princípios ativos preenchem

as recomendações da OMS quanto ao uso de fontes naturais de baixo custo para tratamento de doenças (FARIAS, 1999; ROSA, 2000; WERKAMN et al.; 2008).

2.4 TECNOLOGIA DE SEMENTES

Apesar de algumas espécies serem propagadas vegetativamente, o desenvolvimento de novas cultivares dependerá da capacidade da planta matriz produzir outras plantas a partir de sementes (SHALIMU et al., 2015). Em relação à tecnologia de sementes de espécies frutíferas no Brasil, os estudos ainda são escassos e incipientes.

A propagação seminífera de espécies frutíferas é altamente importante para sua manutenção, uma vez que apresenta vários benefícios como desenvolvimento vigoroso; maior longevidade; obtenção de variedades, obtenção de plantas livres de doenças; perpetuação da espécie por bancos de germoplasma, além do sistema radicular vigoroso e profundo (FACHINELLO et al., 1995).

Para a propagação por sementes obter relevante sucesso, torna-se fundamental relacionar e compreender os aspectos envolvidos no processo, podendo ser fatores extrínsecos, como luz, temperatura, umidade, agentes químicos, gases e agentes biótico e/ou intrínsecos, como morfologia, viabilidade e dormência, os quais influenciarão a porcentagem e velocidade de emergência (BIONDI; LEAL, 2008). Apesar da romã também ser propagada por sementes, sua germinação e emergência de plântulas têm relatos na literatura de dificuldade na efetivação desses processos em função da dormência (BATISTA et al., 2011; MATERECHERA; SEEISO, 2013).

A dormência de sementes trata-se de um mecanismo existente em algumas espécies que não permite que as mesmas germinem, mesmo que estejam com alta viabilidade e em condições ambientais favoráveis (DAVIDE; SILVA, 2008). Ou seja, é a defesa das sementes contra variações do ambiente que podem vir comprometer ou inibir sua atividade metabólica normal, o que torna essencial para a garantia de preservação das espécies em diferentes ambientes (ZAIDAN; BARBEDO, 2004; MARCOS FILHO, 2005;).

Por delongar a germinação e distribuí-la no tempo para que tal processo ocorra em condições ambientais favoráveis, a dormência é benéfica para as espécies. Entretanto, para a produção de mudas, torna-se prejudicial, pois espera-se que na etapa de viveiro haverá garantia de altos índices de germinação em curto período de tempo, além da emergência uniforme das plântulas (MARCOS FILHO, 2005; DAVIDE; SILVA, 2008).

Existem alguns trabalhos relatando uma possível dormência em sementes de romã, porém, ainda não há confirmação da causa desse mecanismo na espécie, podendo ser atribuída

ao tipo fisiológica, devido à presença da sarcotesta, e/ou ao tipo tegumentar (OLMEZ et al., 2007; SHALIMU et al., 2015; SILVA; MATA; DUARTE, 2015).

De acordo com Chow e Lin (1991), o prolongado processo de germinação e a desuniformidade na emergência das plântulas se deve a presença de inibidores na sarcotesta, especialmente compostos fenólicos, os quais, contraditoriamente, fazem da romã uma fruta mundialmente conhecida e demandada (SALGADO et al., 2012). Os fenóis, considerando o tipo e concentração, podem desempenhar funções na ativação ou inibição do sistema enzimático, favorecendo ou não a atividade de auxina, influenciando o crescimento da plântula (HENDERSON; NITSCH, 1962; COLPAS et al., 2003).

Os compostos fenólicos agindo sobre o sistema enzimático AIA-oxidase, causam efeitos sinérgicos com os ácidos clorogênico, caféico, diidrocaféico e sinápico, os quais atuam para a manutenção do nível endógeno de auxina, ficando claro o efeito dos fenóis sobre os processos biológicos das sementes (ZENK; MULLER, 1963; LODHI, 1982).

De acordo com Einhellig, Schon e Rasmussem (1982), processos como germinação de sementes, alongamento da radícula e crescimento de plântulas sofrem efeitos sinérgicos de fenóis, em diferentes graus. Marcos Filho (2005) afirmou que estes compostos presentes nas estruturas das sementes atuam retendo o oxigênio, limitando dessa forma, seu suprimento ao embrião durante a germinação.

Segundo Silva (2000) e Freitas et al. (2011), pelo fato da sarcotesta das sementes ter características químicas e estruturais próprias em cada espécie, a definição do método utilizado para sua remoção deve estar de acordo, como por exemplo, ao modo como está aderida às sementes. A finalidade é obter sementes que detenham alta qualidade, pois a execução da técnica deve proporcionar a garantia de qualidade fisiológica (ALVES et al., 2009).

Algumas literaturas recomendam a retirada da sarcotesta em algumas frutíferas, assim como registrado por Tokuhisa et al. (2007) para sementes de mamão (*Carica papaya* L.), entretanto, para romã, a área carece de estudos.

Assim como observado por Angeline e Ouma (2008), Tokuhisa et al. (2007) e Dias et al. (2015), para sementes de mamão que também possuem sarcotesta, as sementes de romã podem, mesmo após a remoção dessa estrutura, permanecerem dormentes, inferindo-se assim, que exista outros mecanismos de dormência, e/ou que inibidores da germinação não estejam presentes somente na sarcotesta, mas também nas sementes.

Aliado a isso, a romã pode apresentar diferentes respostas quanto a valores de emergência associados a presença ou ausência da sarcotesta, pois, segundo Ibrahim, Oladiran

e Habila (2011), os níveis ou concentração desses possíveis inibidores variam conforme os genótipos, sendo que alguns, podem não os possuir.

2.4.1 Armazenamento de sementes

O armazenamento de sementes constitui uma das etapas fundamentais para manutenção da qualidade fisiológica das mesmas, além de garantir segurança aos estudos acerca das espécies para a engenharia genética e/ou para os programas de melhoramento vegetal, objetivando a obtenção de novas cultivares que produzam em condições edafoclimáticas diversas, e que sejam mais resistentes a pragas e doenças, e com maiores produções (ALMEIDA et al., 2010; SILVA, 2013).

Da mesma maneira descrita por Oliveira, Sader e Zampieri (1984), em relação ao maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*), a romã também é propagada por sementes (BATISTA et al., 2011), o que torna fundamental conhecer a capacidade e condições de armazenamento de suas sementes. Todavia, não se têm elucidado na literatura aspectos relacionados à viabilidade de armazenamento de sementes de romã, a curto ou longo prazo.

Vale ressaltar que pela presença de todas potencialidades medicinais da romã, é grande a importância do armazenamento das sementes, sendo fundamental a técnica manejada de maneira adequada, para que assim se represente uma fonte imensurável de recursos genéticos (ALMEIDA et al., 2010; SILVA, 2013).

A maturação das sementes pode ser prejudicada devido à aspectos relacionados ao campo, como as deficiências minerais e hídricas do solo e ocorrências de pragas e doenças, o que pode impossibilitar que as sementes atinjam qualidade máxima disponível no potencial genético, acelerando a deterioração no armazenamento. Entretanto, é possível controlar a velocidade do processo de deterioração por meio da longevidade, da qualidade inicial das sementes e das condições do ambiente, sendo estes últimos capazes de serem manipulados (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1979; POPINIGIS, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Dentre as principais modificações envolvidas no processo de deterioração das sementes pode-se salientar o esgotamento das reservas, alterações na composição química, como a oxidação de lipídios e a quebra parcial das proteínas, modificações das membranas celulares, diminuindo a integridade e aumentando a permeabilidade e desorganização, além de alterações enzimáticas e de nucleotídeos (VILLELA; PERES, 2004).

Aspectos relacionados aos fatores que influenciam na viabilidade e no vigor devem ser estudados para que se defina técnicas adequadas na avaliação do potencial fisiológico das

sementes, tornando tais pesquisas essenciais na determinação de estratégias apropriadas no armazenamento (PÁDUA et al., 2011).

Assim como já concluído por alguns autores (SÃO JOSÉ, 1987; NAKAGAWA; CAVARIANI; AMARAL, 1991), a preservação e garantia uniforme da germinação e emergência das plântulas variam conforme o grau de umidade das sementes, o tipo de embalagem utilizada e as condições de armazenamento, as quais tem aumentado onde o ambiente é controlado (GERALDI JUNIOR, 1974; THAI, 1977; BECWAR; STANWOOD; LEONHARDT, 1983; ALMEIDA, 1985; SÃO JOSÉ, 1987; ANDRADE; FERREIRA, 2000; VIGGIANO et al., 2000).

Para tanto, é importante que se conheça primeiramente, como as sementes agem fisiologicamente durante o período de conservação, posto que, cada espécie se comporta de maneira distinta, exigindo condições específicas de armazenamento (HONG; LININGTON; ELLIS, 1996). A temperatura e umidade são as principais variáveis que influenciam a qualidade fisiológica das sementes no armazenamento e na sua manutenção (SILVA, 2013).

Em estudos com sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*), Donazzolo et al. (2015) concluíram que o poder germinativo da espécie diminuiu rapidamente no armazenamento em temperatura ambiente. Já em relação a baixa temperatura, Popinigis (1985) e Duarte (2009) afirmaram que os processos metabólicos que necessitam de energia térmica para ocorrer são reduzidos, o que pode resultar no melhoramento das condições de armazenamento e, conseqüentemente, na conservação da qualidade das sementes.

De acordo com Bchir et al. (2011), sementes de romã devem ser armazenadas adequadamente para que sua vida útil seja preservada, impedindo que ocorram ataques de insetos e crescimento de microrganismos. Mirdehghan e Rahemi (2005) e Barman, Asrey e Pal (2011), elucidaram que se a romã for armazenada em temperatura ambiente, prejudicará a qualidade das sementes. Desta forma, segundo os autores, o armazenamento da romã em baixas temperaturas é o ideal, entretanto, deve-se considerar que utilizar temperaturas abaixo de 5°C, além das lesões pelo frio, as propriedades das sementes se deteriorarão.

Segundo Duarte (2009), a baixa umidade além de minimizar o metabolismo, impossibilita a ação de patógenos, principalmente os fungos. O grau de umidade letal refere-se ao limite a partir do qual todas as sementes perdem sua viabilidade, enquanto que o grau de umidade crítico significa a determinação do início da perda de viabilidade (HONG; ELLIS, 1992; ANDRADE; CUNHA, 1996).

Quando se trata do tipo de embalagem utilizada no armazenamento, Kageyama et al. (1992), Villela e Perez (2004) e Tonin e Perez (2006) afirmaram que esse aspecto, influencia

a preservação da qualidade fisiológica de sementes sob determinadas condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar, posto que, as embalagens deverão auxiliar na diminuição da velocidade do processo de deterioração, ao manter o teor de água inicial das sementes armazenadas, por meio da redução da respiração.

A espécie a ser armazenada influencia diretamente na escolha da embalagem, pois tal escolha afetará o grau de umidade e a manutenção dos processos germinativos das sementes, além das condições e período de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005; DIAS et al., 2009). A classificação das embalagens é feita em relação à permeabilidade ao vapor d'água, identificando-se em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Nas embalagens permeáveis, como os sacos de papel, a troca de vapor entre as sementes e o ambiente externo é permitido, sendo por tal motivo que o teor de água das sementes oscila com as variações de umidade relativa do ar (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

As embalagens semipermeáveis, como sacos de polietileno, apresentam alguma resistência às trocas de vapor d'água entre as sementes e o ambiente externo circundante, entretanto, essa resistência é insuficiente para impedir completamente a passagem da umidade. Nesse tipo de embalagem, o teor de água das sementes deve apresentar menos que 2 a 3% do que se utiliza em embalagem permeável (BAUDET, 2003; FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Quando se trata de impedir a transferência do vapor d'água entre as sementes e o meio externo utiliza-se embalagens impermeáveis, pois podem aumentar a umidade relativa de equilíbrio no interior da massa, se houver uma rápida queda na temperatura. Geralmente, são utilizados sacos de polietileno espesso, de média e alta densidades e recipientes de vidro com alta vedação (BONOME, 2006; NERY, 2006).

2.4.2 Escarificação mecânica e imersão das sementes

Pesquisas relacionadas à germinação, emergência das plântulas e técnicas de cultivo são fundamentais para que se adquira conhecimento sobre as espécies e sua difusão como planta geradora de matéria prima para diversos setores (AGUIAR et al., 2005).

A dormência pode ser consequência do balanço hormonal entre promotores e inibidores de crescimento, sendo que para ser superada, é necessário utilizar tratamentos pré-germinativos, possibilitando a expressão da máxima emergência da espécie e seu crescimento com qualidade, em um menor período (WEAVER, 1987; JACOB JUNIOR et al., 2004).

Nesse aspecto, Eira, Freitas e Mello (1993), afirmaram que os tratamentos pré-germinativos devem ser individualmente analisados, uma vez que cada um apresenta vantagens e desvantagens, sendo que os custos e a facilidade na realização da técnica devem ser levados em consideração.

Dentre os métodos frequentemente utilizados nesse segmento e a importância da propagação contínua das espécies aliada ao estabelecimento das conseguintes plântulas, a escarificação mecânica é frequentemente utilizada por contemplar praticidade, segurança e baixo custo demandado aos agricultores, além da alta eficácia em promover germinação rápida das sementes e uniformidade das plântulas por proporcionar absorção de água sem causar danos ao embrião (RODRIGUES et al., 2009; COELHO et al., 2010). Apesar disso, deve-se empregar com prudência para que se evite danos a tecidos vitais das sementes e consequente diminuição da germinação (HERMANSEN, 2000; DALASTRA et al., 2010).

Assim como citado para sementes de biribá (*Rollinia mucosa*) por Campos et al. (2015), as sementes de romã parecem possuir substâncias inibidoras de germinação que provocam dormência, além de parecer apresentar concomitantemente um tegumento resistente e impermeável, o que provavelmente acarretam fatores antagônicos à germinação e emergência rápidas e uniformes (BEWLEY; BLACK, 1994; SHALIMU et al., 2015; SILVA. MATA; DUARTE, 2015).

Não há estudos relacionados ao tegumento de sementes de romã afirmando que tais possuam dormência tegumentar, sendo que, após a maturação destas, o tegumento aumenta sua dureza e, conseqüentemente, a impermeabilidade à água (BEWLEY; BLACK, 1994). Normalmente, sementes que possuem esse tipo de tegumento se caracterizam por apresentarem uma camada paliçádica de macroesclereídes na testa. Para que esse impedimento possa ser superado e que haja germinação e emergência das plântulas vigorosas, é necessário utilizar técnicas de alta eficiência (AMARAL; PEREIRA; CORTELAZZO, 2001; BURIEL; AGUIAR; PAULA, 2007).

De acordo com Brasil (2009), métodos como a escarificação mecânica e imersão das sementes em água podem ser utilizados para superar a dormência destas, sendo que a associação desses tratamentos pré-germinativos acarreta maiores porcentagens de emergência de plântulas, além de favorecerem a velocidade deste processo (FERREIRA; GENTIL, 2006; NAZÁRIO; FERREIRA, 2010).

Castro e Hilhorst (2004), relataram a importância da água no processo germinativo das sementes, uma vez que acelera o fenômeno, além de uniformizá-lo. A água é capaz de reidratar os tecidos fazendo com que haja impulsionamento da respiração e das demais

atividades metabólicas, o que, conseqüentemente, resulta no fornecimento de energia e nutrientes fundamentais para retomada do crescimento do eixo embrionário (KIKUCHI et al., 2006; ATAÍDE et al., 2014).

A água sendo o fator que exerce maior influência sobre o processo de germinação, quanto maior sua quantidade disponível para as sementes, a absorção ocorrerá de maneira mais rápida (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). No entanto, é necessário atentar-se ao excesso de umidade e a rápida absorção de água pelas sementes, o que geralmente causa diminuição de percentuais de germinação por impedir a penetração do oxigênio e reduzir todo o processo metabólico resultante, podendo prejudicar a membrana celular por meio da lixiviação de conteúdos celulares (CASTRO; HILHORST, 2004; KERBAUY, 2004; MARCOS FILHO, 2005; RODRIGUES; MENDONÇA; GENTIL, 2014).

Em relação à escarificação para aumentar a germinação e a velocidade de emergência das plântulas, estudos feitos por Lemos et al. (1987) e Firmino, Almeida e Torres (1997) com sementes de pinha (*Annona squamosa*) e cajá (*Spondias lutea*), respectivamente, relataram que o método foi eficiente para a emergência dessas espécies.

Gomes et al. (2013), em pesquisa com sementes de noni (*Morinda citrifolia*) conhecidas pela dificuldade de propagação, obtiveram sucesso na germinação utilizando escarificação mecânica e embebição das sementes em água. Estudando o efeito da imersão em água de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), Ferreira e Gentil (2006) concluíram que a remoção do endocarpo e a embebição das sementes aceleraram e aumentaram a germinação da espécie.

Alguns tratamentos têm se mostrado eficientes em reduzir o tempo entre a semeadura e a emergência das plântulas de espécies frutíferas que possuem sarcotesta, entre eles, Rossetto et al. (2000), citaram a imersão da semente de maracujá doce (*Passiflora alata*) em quantidades limitadas ou não de água ou de solução envolvendo substâncias promotoras de crescimento.

O processo germinativo das sementes é influenciado por vários hormônios, sendo que, alguns desempenham ações como promotores e outros como inibidores (TAIZ; ZEIGER, 2013; TAKATA et al., 2014). Uma opção citada por vários pesquisadores para acelerar e uniformizar a germinação de sementes, além de promover o crescimento das plântulas, é o uso de reguladores vegetais (PRADO NETO, 2007).

Nessas circunstâncias, o uso da giberelina tem se tornado necessário, uma vez que age na ativação do crescimento vegetativo do embrião, no enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião e por sua vez restringe o crescimento (degradação de

reservas como amido e proteínas), alongamento da radícula, além da movimentação de reservas energéticas (SALISBURY; ROSS, 1992; SCALON et al., 2006; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em difíceis situações relacionadas aos processos germinativos e de emergência de plântulas devido à uma possível dormência das sementes, Taiz e Zeiger (2013) e Rubio Neto et al. (2014), recomendaram o emprego de tratamentos pré-germinativos como a escarificação do tegumento e imersão das sementes em reguladores vegetais, como o ácido giberélico (GA₃).

Com o uso do GA₃ é possível modificar o crescimento e o desenvolvimento de plantas, visto que, atua na regulação da divisão e do alongamento das células além de intermediar os efeitos de estímulos ambientais no desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2013b; TAIZ; ZEIGER, 2013). Entretanto, assim como relatado por Ferreira, Erig e Moro (2002) e Sousa et al. (2002), a romã não possui muitos estudos relacionados ao tempo de imersão das sementes no ácido giberélico para promoção da germinação e emergência das plântulas.

O GA₃ por se tratar de um regulador de crescimento, é sempre utilizado como complemento à escarificação, para acelerar os processos de germinação e emergência de plântulas (SILVA et al., 2013b).

Em pesquisas com sementes de atemoia (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) e pinha (*Annona squamosa*), Stenzel, Murata e Neves (2003) verificaram que, por meio da escarificação de sementes com lixa e utilização de GA₃, foi possível obter velocidade e porcentagem de emergência significativamente superiores aos demais tratamentos. Sousa (2005) e Santos et al. (2010) também verificaram antecipação da emergência de sementes de pinha e maracujá-do-sono (*Passiflora setacea*), respectivamente, por meio da associação do método de escarificação e utilização de GA₃.

3. EXPERIMENTO I: ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES DE ROMÃ E TIPOS DE EMBALAGEM

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

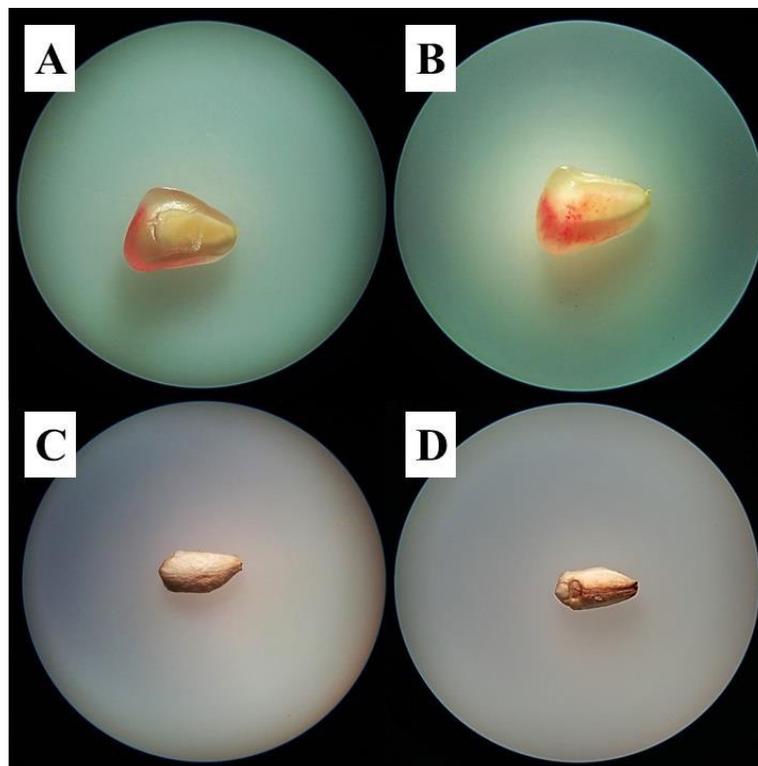
3.1.1 Material Vegetal

Os experimentos foram realizados no Laboratório do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da UNESP - Câmpus de Ilha Solteira, de agosto a novembro de 2015. Os frutos da cv. Comum, fisiologicamente maduros, foram coletados de

plantas adultas de romãzeira, de pomar comercial localizado no município de Presidente Prudente (latitude 22°3'21,24" S, longitude 51°21'35,16" W e 477,6 m de altitude).

Retirou-se as sementes dos frutos, sendo um lote permanecendo com sarcotesta (CS) (Figura 3A e 3B) e para outro lote, com auxílio de uma peneira com abertura de 2,36 mm sob água corrente, removeu-se a sarcotesta (SS) das sementes (Figura 3C e 3D). Ambos lotes de sementes foram imersos em solução 1,5% de cloro ativo durante 30 minutos para desinfestação.

Figura 3. Sementes de romã (*Punica granatum* L.): com sarcotesta vista da região ventral (A) e dorsal (B) e sem sarcotesta vista da região ventral (C) e dorsal (D). Aumento de 0,7x. Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

Os períodos de armazenamento utilizados foram: 0, 30, 60, 90 e 120 dias, em 3 tipos de embalagens, sendo sacos de polietileno transparentes (PL) (semipermeáveis), sacos de papel de coloração branca (PP) (permeáveis) e frascos de vidro com tampa (VI) (impermeáveis). Todas as embalagens contendo 120 sementes foram fechadas.

As embalagens com as sementes foram armazenadas em uma câmara de germinação do tipo BOD a $5\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ com umidade relativa de $35\pm 2\%$.

Decorrido cada período de armazenamento, realizou-se semeadura de ambos lotes em bandejas de poliestireno expandido de 200 células as quais foram preenchidas com substrato

comercial (Bioplant[®]) e instaladas em Casa de Vegetação (tipo Pad & Fan), com irrigação controlada duas vezes ao dia durante 3 minutos, com vazão de 1800 cm³ min⁻¹.

3.1.2 Variáveis analisadas

- Teor de água (TA em %), avaliado pelo método da estufa a 105±3°C (BRASIL, 2009), utilizando-se duas subamostras de 5,0g cada;
- Início da emergência (IE em dias), contado no dia em que houve a primeira emergência após a sementeira;
- Porcentagem de emergência (PE em %) (BRASIL, 2009);
- Índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962);
- Tempo médio de emergência (TME, dias⁻¹) (LABOURIAU, 1983).

Considerou-se emergência a partir do surgimento do hipocótilo, isto é, quando este apresentou-se acima do nível do substrato. Contabilizou-se PE, IVE e TME diariamente, a partir do surgimento das primeiras plântulas normais.

Aos 50 dias após a sementeira, 20 plântulas foram amostradas para avaliar:

- Número de folhas (NF);
- Diâmetro do caule (DC em mm), medido com auxílio de um paquímetro digital;
- Comprimento da parte aérea (CPA em cm), medido com auxílio de uma régua graduada;
- Comprimento do sistema radicular (CSR em cm), medido com auxílio de uma régua graduada;
- Massa de matéria fresca e seca total (MFT e MST em mg, respectivamente).

A determinação de MFT foi realizada retirando as plântulas do substrato e lavadas cuidadosamente em água corrente. Para a MST, separou-se a parte aérea do sistema radicular das plântulas, sendo as partes colocadas em envelopes de papel e levadas para estufa com circulação de ar a 60°C, onde permaneceram até atingirem massa constante, obtido em 72 horas. Ambas massas foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001 g).

3.1.3 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 (embalagem x período de armazenamento), com 4 repetições, cada uma constituída por 25 sementes. Os dados obtidos foram submetidos ao teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade e ajustadas à regressão polinomial, utilizando-se o software estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

As médias dos tratamentos foram comparadas com as médias da primeira semeadura com sementes com e sem sarcotesta, utilizando o teste Dunnett (5%), através do programa estatístico Statistical Analysis Software (SAS) 9.4.

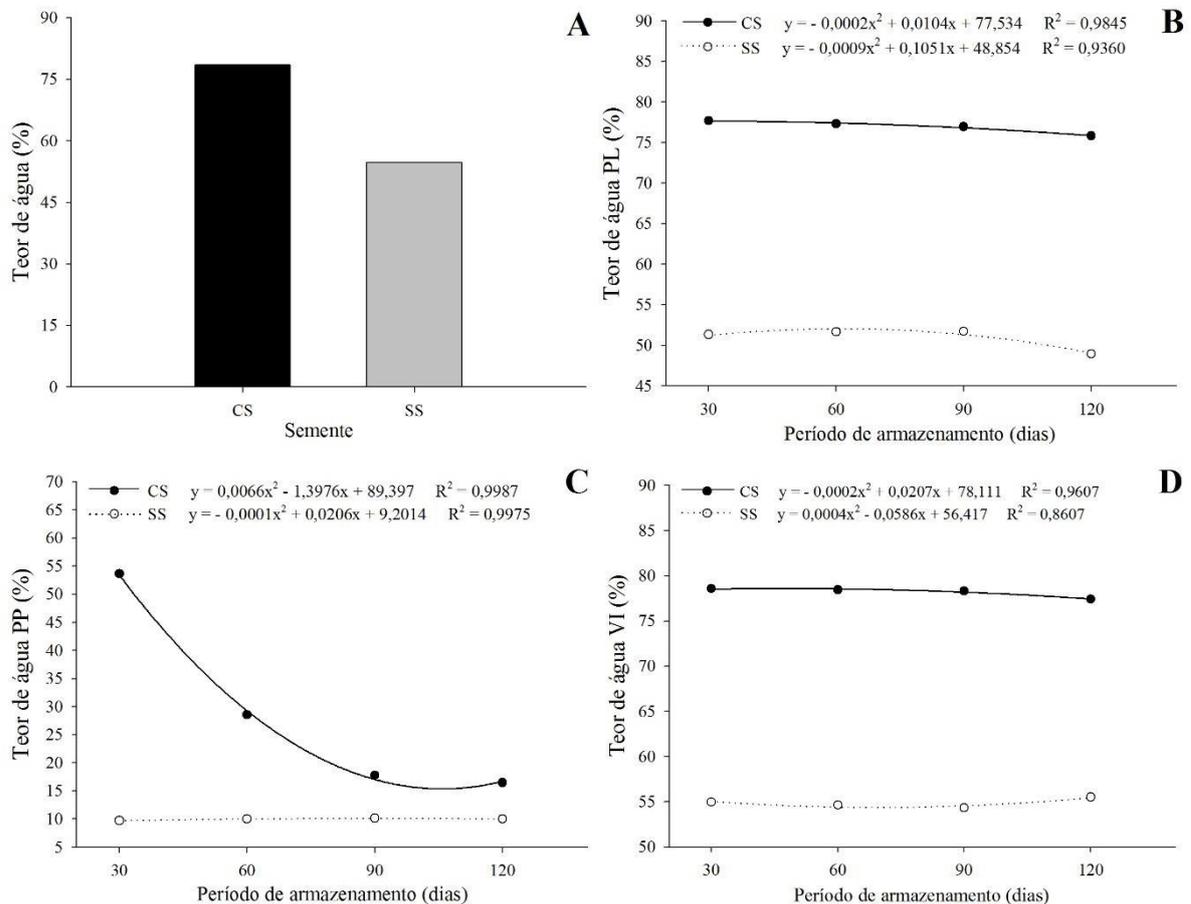
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste experimento, não se observou contaminação nas sementes de romã, com e sem sarcotesta, durante os períodos de armazenamento em todas as embalagens utilizadas. Corroborando com Picolloto et al. (2007), para sementes de jabuticaba (*Myrciaria spp*), a solução de cloro ativo na concentração de 1,5% foi eficiente para desinfestação das sementes de romã,

Na Figura 4, encontram-se os teores de água em relação às sementes com e sem sarcotesta em função de períodos e embalagens de armazenamento. O conhecimento acerca do teor de água das sementes é essencial para que estas possam ser corretamente armazenadas, portanto, torna-se uma estratégia para sua conservação (FONSECA; FREIRE, 2003).

O teor de água inicial das sementes de romã com sarcotesta apresentou-se superior (78,57%) em relação às sementes ausentes dessa estrutura (54,80%), assim como observado por Sangakkara (1995), com sementes de mamão (*Carica papaya*) (Figura 4A). Isto indica que as sementes de romã com sarcotesta, apresentam maior retenção de água (em torno de 23,77%), o que também foi verificado por Araújo et al. (2015), em sementes de jambo (*Eugenia jambolana*).

Figura 4. Teor de água inicial (A) e de acordo com períodos de armazenamento, embalagem de polietileno (PL) (B), papel (PP) (C) e vidro (VI) (D) de sementes de romã (*Punica granatum* L.) com (CS) e sem sarcotesta (SS). Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

As sementes com sarcotesta armazenadas em sacos de polietileno foram estatisticamente diferentes das sementes sem sarcotesta em todos os períodos avaliados, sendo que em 30 dias o resultado foi superior aos demais (77,70%). Teores de água mais baixos foram encontrados aos 120 dias de armazenamento para sementes com e sem sarcotesta (75,84% e 48,95%, respectivamente), não diferindo estatisticamente dos demais períodos avaliados (Figura 4B).

Os menores teores de água, em relação às outras embalagens, foram observados em sacos de papel, a partir de 30 dias de armazenamento com sementes com sarcotesta, e em todos os períodos avaliados quando comparados com sementes sem sarcotesta (Figura 4C). Não houve diferença estatística entre os períodos avaliados para as sementes sem sarcotesta,

corroborando com dados de Cavalcanti e Resende (2007), estudando sementes de mamãozinho-de-veado (*Jacaratia corumbensis*).

As sementes de romã com sarcotesta armazenadas em papel apresentaram decréscimo em seus teores de água a partir de 30 dias de armazenamento, o que confirma as informações dada por Toledo e Marcos Filho (1979), de que embalagens desse tipo devem ser utilizadas por curtos períodos. Segundo Cisneiros et al. (2003), as embalagens de papel permitem trocas de umidade com o meio, o que faz com que as sementes sofram alterações no seu teor de água durante o período de armazenamento.

O armazenamento de sementes com sarcotesta em frascos de vidro foi estatisticamente diferente das demais embalagens em todos os períodos (Figura 4D), sendo que a média de variação dos valores de teor de água entre sementes com e sem sarcotesta no vidro foi de 23,33%. Assim como observado por Melchior et al. (2006) para sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium*), as sementes de romã sem sarcotesta armazenadas em vidro, conservaram seu teor de água próximo daquele encontrado para o mesmo tipo de semente na primeira semeadura (em torno de 54%) (Figura 4A e 4D).

As embalagens de polietileno e vidro preservaram os teores de água próximos àqueles iniciais observados para sementes com sarcotesta em todos os períodos, apontando essas embalagens como altamente eficientes na conservação do teor de água, assim como observado por Melchior et al. (2006) e Pinto Júnior et al. (2012). Não houve diferença significativa entre essas embalagens, o que também foi verificado por Oliveira et al. (2011) e Scalon et al. (2013).

Houve diferença significativa entre as embalagens para ambas sementes em todos os períodos de armazenamento avaliados, sendo que os sacos de papel foram inferiores às demais utilizadas. Resultados distintos foram encontrados por Cisneiros et al. (2003), em estudos com sementes de araçazeiro (*Psidium guineense*), onde observaram que embalagens de papel se destacaram.

Na Tabela 2, encontram-se as comparações das médias dos tratamentos de armazenamento em relação a semeadura inicial (sem armazenamento) de romã com e sem sarcotesta. Os demais tratamentos com as sementes sem sarcotesta não germinação e emergência de plântulas, e, portanto, não foram demonstrados na Tabela.

Tabela 2. Médias de IE (início da emergência), PE (porcentagem de emergência), IVE (índice de emergência) e TME (tempo médio de emergência) em relação à presença ou ausência de sarcotesta, embalagens e períodos de armazenamento de sementes de romã (*Punica granatum* L.). Ilha Solteira – SP, 2016.

TRATAMENTOS	IE (dias)	IVE	TME (dias ⁻¹)	PE (%)
0 + CS	19,2500	0,6134	24,8333	61,00
0 + SS	19,0000 ^{ns}	0,0996 [*]	29,0000 ^{ns}	11,00 [*]
30 + CS + PL	16,0000 ^{ns (ns)}	0,8746 ^{ns (*)}	22,8105 ^{ns (ns)}	76,00 ^{ns (*)}
30 + CS + PP	26,2500 ^{ns (ns)}	0,0991 ^{ns (*)}	33,6000 ^{ns (ns)}	11,00 ^{ns (*)}
30 + CS + VI	21,0000 ^{ns (ns)}	0,3956 ^{ns (ns)}	29,3487 ^{ns (ns)}	48,00 ^{ns (*)}
60 + CS + PL	15,0000 ^{ns (ns)}	0,6804 ^{ns (*)}	21,1179 ^{ns (ns)}	55,00 ^{ns (*)}
60 + CS + PP	19,7500 ^{ns (ns)}	0,1145 ^{ns (*)}	22,4167 ^{ns (ns)}	10,00 ^{ns (*)}
60 + CS + VI	14,7500 ^{ns (ns)}	0,6972 ^{ns (*)}	18,8952 ^{ns (ns)}	51,00 ^{ns (*)}
90 + CS + PL	11,2500 ^{ns (ns)}	1,0149 ^{ns (*)}	17,5618 ^{ns (ns)}	67,00 ^{ns (*)}
90 + CS + PP	25,2500 ^{ns (ns)}	0,0951 ^{ns (*)}	26,2500 ^{ns (ns)}	9,00 ^{ns (*)}
90 + CS + VI	14,5000 ^{ns (ns)}	0,7067 ^{ns (*)}	21,9262 ^{ns (ns)}	58,00 ^{ns (*)}
120 + CS + PL	11,5000 ^{ns (ns)}	0,9472 ^{ns (*)}	17,9813 ^{ns (ns)}	58,00 ^{ns (*)}
120 + CS + PP	13,7500 ^{ns (ns)}	0,2196 ^{ns (*)}	18,5125 ^{ns (ns)}	15,00 ^{ns (*)}
120 + CS + VI	13,5000 ^{ns (ns)}	0,4219 ^{ns (*)}	20,2958 ^{ns (ns)}	33,00 ^{ns (*)}
30 + SS + PL	17,7500 ^{ns (ns)}	0,0320 ^{ns (*)}	17,7500 ^{ns (ns)}	3,00 ^{ns (*)}

*Significativo, ^{ns}Não significativo pelo teste de Dunnett ($P \leq 0,05$). Significância fora dos parênteses: médias em relação às sementes com sarcotesta (CS); Significância dentro dos parênteses: médias em relação às sementes sem sarcotesta (SS). PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Fonte: Elaboração da própria autora.

Para início e tempo médio de emergência, os tratamentos não diferiram estatisticamente da semente inicial com e sem sarcotesta (0+CS e 0+SS, respectivamente). Apesar de não ser significativo estatisticamente, o valor de TME de 0+SS foi, numericamente, superior ao tratamento 0+CS, o que não corrobora com dados encontrados por Mombach e Bortolini (2010), em estudos com sementes de jaracatiá (*Jacaratia spinosa*) com e sem sarcotesta, onde obtiveram resultados inferiores da variável de sementes sem essa estrutura.

Em relação ao índice de velocidade de emergência, o tratamento 0+CS não diferiu estatisticamente do 30+CS+PL, 30+CS+VI, 60+CS+PL, 60+CS+VI, 90+CS+VI e 120+CS+VI. A comparação de médias do 0+SS com os tratamentos 30+CS+PL, 60+CS+PL, 60+CS+VI, 90+CS+PL, 90+CS+VI, 120+CS+PL e 120+CS+VI, apresentaram diferença significativa.

Já para a porcentagem de emergência, os tratamentos de 0+SS, 30+CS+PP, 60+CS+PP, 90+CS+PP, 120+CS+PP, 120+CS+VI, e 30+SS+PL, foram inferiores às sementes com sarcotesta na primeira sementeira (0+CS), apresentando diferença significativa entre eles.

Entretanto, os tratamentos 30+CS+PL, 30+CS+VI, 60+CS+PL, 60+CS+VI, 90+CS+PL, 90+CS+VI e 120+CS+PL diferiram das sementes sem sarcotesta na mesma semeadura (0+SS), sendo superiores a estes.

Na análise fatorial (Tabela 3), observa-se que o para o início de emergência, as embalagens de polietileno e vidro se comportaram de maneira semelhante, uma vez que houve decréscimo dos valores ao decorrer do armazenamento. Houve diferença significativa entre os períodos avaliados para embalagens de papel e vidro.

Tabela 3. Valores de IE (início da emergência), IVE (índice de velocidade de emergência) e TME (tempo médio de emergência) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com embalagens e períodos de armazenamento das sementes com sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.

PERÍODO (dias)	IE (dias)			Médias
	PL	PP	VI	
30	16,00 Ab*	26,25 Aa	21,00 Ab	21,08
60	15,00 Aa	19,75 Ba	14,75 Ba	16,50
90	11,25 Ab	25,25 Aa	14,00 Bb	16,83
120	9,50 Aa	13,75 Ca	13,50 Ba	12,80
Médias	13,42	21,25	15,81	16,97
C.V. (%)	22,04			
PERÍODO (dias)	IVE			Médias
	PL	PP	VI	
30	0,8746 Ba*	0,0991 Ac	0,3956 Bb	0,4564
60	0,6804 Ca	0,1145 Ab	0,6972 Aa	0,4973
90	1,0149 Ba	0,0913 Ac	0,6215 Ab	0,5772
120	1,3581 Aa	0,2196 Ab	0,4219 Bb	0,5282
Médias	0,9283	0,1321	0,5340	0,5142
C.V. (%)	30,00			
PERÍODO (dias)	TME (dias ⁻¹)			Médias
	PL	PP	VI	
30	22,8105 Ab*	33,6000 Aa	29,3487 Aa	28,5864
60	21,1179 Aa	22,4167 Ba	18,8952 Ba	20,8099
90	17,5618 Bb	26,2500 Ba	22,0631 Ba	21,9583
120	13,7625 Bb	18,5125 Ca	20,2958 Ba	18,2758
Médias	19,5347	25,1948	22,6507	22,5873
C.V. (%)	14,73			

*Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Fonte: Elaboração da própria autora.

Os valores mais adequados para IE foram verificados aos 120 dias de armazenamento para todas as embalagens analisadas, não apresentando diferença estatística entre elas nesse período, sendo que no polietileno, foi observado o menor resultado (9,50 dias). Menores valores de início de emergência são preferíveis, pois, como afirmado por Campos et al.

(2015), o rápido estabelecimento das plântulas favorece o desenvolvimento de estruturas vegetais, o que também influenciará na redução do tempo na produção de mudas.

No índice de velocidade de emergência observa-se que, diferentemente das demais embalagens, o papel mostrou-se inferior e não apresentou diferença estatística dentre os períodos analisados (Tabela 3).

As sementes armazenadas em embalagens de polietileno exibiram maiores valores de IVE aos 120 dias de armazenamento, diferentemente do verificado por Vieira e Gusmão (2006) e Silva, Perez e Paula (2011), trabalhando com sementes de jenipapo (*Genipa americana*) e goiaba (*Psidium cattleianum*), respectivamente, onde constataram melhor resultado da variável na sementeira direta.

Em relação ao vidro, o maior valor de IVE observado foi aos 60 dias de armazenamento, porém, os resultados se comportaram de maneira irregular nos períodos. Essa irregularidade também foi verificada por Scalon et al. (2013), com sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium*), armazenadas em embalagem semelhante.

Para o tempo médio de emergência, todas as embalagens apresentaram decréscimo nos valores com diferença significativa dentre os períodos de armazenamento (Tabela 3), sendo que o mesmo foi observado por Nietzsche et al. (2005), trabalhando com sementes de pinha (*Annona squamosa*).

Considerando as embalagens utilizadas no presente estudo, o polietileno mostrou-se mais adequado em relação às demais, uma vez que apresentou o menor valor de TME aos 120 dias de armazenamento, corroborando com dados encontrados por Ferreira e Gentil (2003).

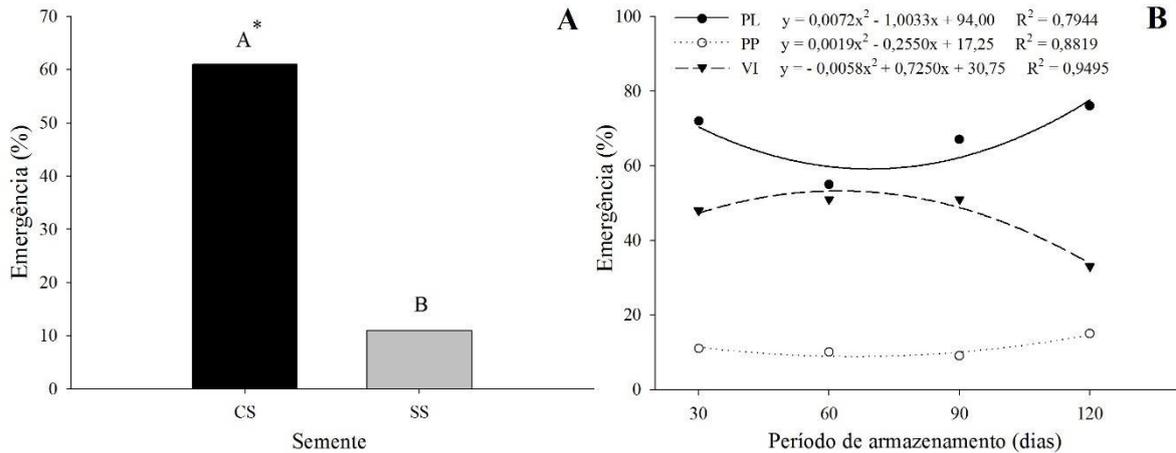
Os valores referentes a porcentagem de emergência na primeira sementeira de sementes, com e sem sarcotesta, e nos demais períodos e embalagens de armazenamento, estão apresentados na Figura 5.

Na Figura 5A observa-se que na sementeira inicial de sementes com sarcotesta, a emergência foi maior (61,00%) do que para sementes ausentes dessa estrutura (11,00%). Contrariamente a esses dados, Rossetto et al. (2000) e Ferreira et al. (2005), em pesquisas com sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata*) e Ibrahim, Oladiran e Habila (2011) estudando sementes de mamão (*Carica papaya*), verificaram que as sementes sem sarcotesta dessas frutíferas exibiram resultados de emergência superiores às aquelas com sarcotesta.

Assim como afirmado por Vieira e Gusmão (2006) que baixos teores de água diminuem os resultados de emergência, o baixo teor de água inicial exibido pelas sementes de romã sem sarcotesta (Figura 4A), prejudicou a porcentagem de emergência das plântulas originadas dessas sementes (Figura 5A). Esses dados corroboram com Viggiano et al. (2000),

os quais concluíram que o teor de água inicial das sementes de mamão influenciou a germinação e vigor das sementes.

Figura 5. Emergência de sementes de romã (*Punica granatum* L.) com (CS) e sem sarcotesta (SS) na primeira sementeira (0 dias) (A) e de acordo com os períodos e embalagens de armazenamento de sementes com sarcotesta. PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Ilha Solteira – SP, 2016.



*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Fonte: Elaboração da própria autora.

O armazenamento em embalagens de polietileno favoreceu a porcentagem de emergência de plântulas de romã (Figura 5B), corroborando com dados encontrados por Maluf e Pisciotano-Ereio (2005). Entretanto, Kohoma et al. (2006), observaram que sementes de grumixama (*Eugenia brasiliensis*) armazenadas em embalagens semelhantes, obtiveram valores de emergência decrescente ao longo dos períodos.

Não houve diferença significativa para nenhuma embalagem entre os períodos de armazenamento, sendo que o polietileno foi superior às demais, com média de emergência de 66,86% contra 11,25% em papel e 45,75% em vidro. A PE de sementes de romã armazenadas em vidro encontradas nesse experimento (45,75%) foi superior ao valor observado por Melchior et al. (2006) (25,00%), para sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium*) armazenadas em embalagem similar.

Em relação às sementes sem sarcotesta, as variáveis de emergência (IE, IVE, TME e PE) não apresentaram diferença significativa entre as embalagens avaliadas (Tabela 4).

Cavalcanti e Resende (2007), verificaram que sementes sem sarcotesta de mamãozinho-de-veado (*Jacaratia corumbensis*), tiveram decréscimo nos valores de IVE e PE ao longo dos períodos de armazenamento independentemente da embalagem utilizada, corroborando com os dados do presente estudo. Segundo Dias et al. (2015), a retirada da

sarcotesta pode propiciar a perda de substâncias fundamentais presentes nessa estrutura, as quais são utilizadas nos processos germinativos e fases posteriores para estruturação das paredes celulares.

Tabela 4. Valores de IE (início de emergência), IVE (índice de velocidade de emergência), TME (tempo médio de emergência) e PE (porcentagem de emergência) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com as embalagens e períodos de armazenamento das sementes sem sarcotesta. Ilha Solteira - SP, 2016.

EMBALAGEM	IE (dias)	IVE	TME (dias ⁻¹)	PE (%)
PL	9,7143 ^{ns}	0,0162 ^{ns}	9,7500 ^{ns}	1,7500 ^{ns}
PP	9,4375	0,0142	9,3750	1,7143
VI	3,3750	0,0047	3,3750	0,5000
Médias	7,5089	0,0117	7,5000	1,3214
PERÍODO (dias)	IE (dias)	IVE	TME (dias ⁻¹)	PE (%)
30	8,1667 A*	0,0138 A	8,1667 A	4,0000 A
60	0,0000 B	0,0000 B	0,0000 B	0,0000 B
90	0,0000 B	0,0000 B	0,0000 B	0,0000 B
120	0,0000 B	0,0000 B	0,0000 B	0,0000 B
Médias	2,0417	0,0035	2,0417	1,0000

*Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si e ^{ns}Não significativo pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Dados sem transformação. PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Fonte: Elaboração da própria autora.

Nas Figuras 6 e 7 estão demonstradas as plântulas de romã originadas de sementes com e sem sarcotesta, respectivamente.

Figura 6. Plântulas de romã (*Punica granatum* L.) oriundas de sementes com sarcotesta durante: 0 (A), 30 (B), 60 (C), 90 (D) e 120 (E) dias de armazenamento. Ilha Solteira – SP, 2016.



¹Polietileno, ²Papel, ³Vidro. Barra = 1 cm. Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 7. Plântulas de romã (*Punica granatum* L.) oriundas de sementes sem sarcotesta durante 0 (A) e 30 (B) dias de armazenamento. Ilha Solteira – SP, 2016.



Barra = 1 cm. Fonte: Elaboração da própria autora.

Na Tabela 5, encontram-se descritas as comparações das médias das variáveis de crescimento, em relação a primeira sementeira (0 dias) de sementes com e sem sarcotesta.

Tabela 5. Médias de NF (número de folhas), DC (diâmetro do caule), CPA (comprimento da parte aérea) e CSR (comprimento do sistema radicular) em relação à presença ou ausência de sarcotesta, embalagens e períodos de armazenamento de sementes de romã (*Punica granatum* L.). Ilha Solteira – SP, 2016.

TRATAMENTOS	NF	DC (mm)	CPA (cm)	CSR (cm)
0 + CS	9,9500	0,5195	4,6750	7,0250
0 + SS	8,0000 ^{ns}	0,2325 ^{ns}	3,9250 [*]	7,2250 ^{ns}
30 + CS + PL	7,7000 ^{*(ns)}	0,4420 ^{ns(ns)}	3,6050 ^{*(ns)}	6,2250 ^{ns(ns)}
30 + CS + PP	4,8333 ^{*(*)}	0,1183 ^{ns(ns)}	2,2667 ^{*(*)}	5,0167 ^{*(ns)}
30 + CS + VI	7,0500 ^{*(ns)}	0,2530 ^{ns(ns)}	3,7150 ^{*(ns)}	6,3000 ^{ns(ns)}
60 + CS + PL	8,0000 ^{*(ns)}	0,7585 ^{ns(ns)}	3,7400 ^{*(ns)}	7,5400 ^{ns(ns)}
60 + CS + PP	7,7000 ^{*(ns)}	0,6490 ^{ns(ns)}	3,4700 ^{*(ns)}	6,0900 ^{ns(ns)}
60 + CS + VI	7,6500 ^{*(ns)}	0,7160 ^{ns(ns)}	3,6300 ^{*(ns)}	6,8600 ^{ns(ns)}
90 + CS + PL	7,5500 ^{*(ns)}	0,0652 ^{ns(ns)}	3,9400 ^{*(ns)}	6,2400 ^{ns(ns)}
90 + CS + PP	5,5000 ^{*(ns)}	0,7075 ^{ns(ns)}	3,0750 ^{*(ns)}	6,2000 ^{ns(ns)}
90 + CS + VI	6,6000 ^{*(ns)}	1,3345 ^{*(*)}	3,6850 ^{*(ns)}	6,2300 ^{ns(ns)}
120 + CS + PL	8,5455 ^{*(ns)}	0,2151 ^{ns(ns)}	3,8777 ^{*(ns)}	6,2864 ^{ns(ns)}
120 + CS + PP	8,2000 ^{*(ns)}	0,0936 ^{ns(ns)}	3,8200 ^{*(ns)}	6,6500 ^{ns(ns)}
120 + CS + VI	7,7000 ^{*(ns)}	0,0936 ^{ns(ns)}	3,9400 ^{*(ns)}	6,4800 ^{ns(ns)}
30 + SS + PL	6,0000 ^{*(ns)}	0,0283 ^{ns(ns)}	2,7500 ^{*(*)}	5,7000 ^{ns(ns)}

*Significativo, ^{ns}Não significativo pelo teste de Dunnett ($P \leq 0,05$). Significância fora dos parênteses: médias em relação às sementes com sarcotesta (CS); Significância dentro dos parênteses: médias em relação às sementes sem sarcotesta (SS). PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Fonte: Elaboração da própria autora.

Para o número de folhas, todos os tratamentos diferiram estatisticamente da sementeira inicial com sementes com sarcotesta (0+CS), exceto as sementes ausentes da estrutura na mesma sementeira (0+SS).

Quando realizada as comparações das médias de NF dos tratamentos em relação às sementes sem sarcotesta na primeira semeadura (0+SS), observou-se que todos estes não apresentaram diferença significativa, exceto 30+CS+PP.

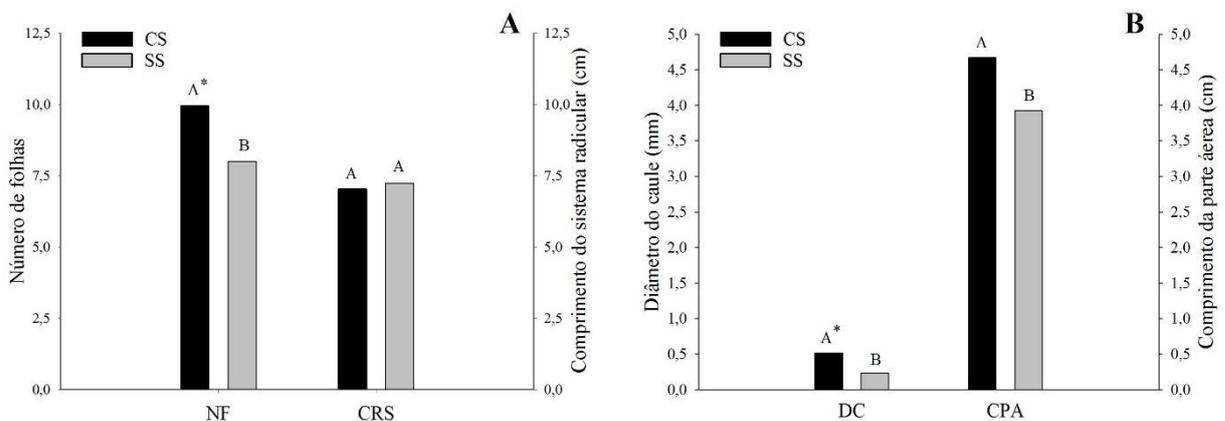
No diâmetro do caule, a única média que apresentou diferença estatística em relação as sementes, com e sem sarcotesta na primeira semeadura, foi 90+CS+VI (Tabela 5).

As médias de comprimento da parte aérea de todos os tratamentos foram significativamente diferentes do tratamento 0+CS. Já em relação ao 0+SS, os tratamentos que exibiram diferença estatística foi 30+CS+PP e 30+SS+PL.

Para o comprimento do sistema radicular, apenas o tratamento 30+CS+PL apresentou diferença significativa em comparação com a média do 0+CS. Porém, em relação ao 0+SS, nenhum tratamento foi superior estatisticamente.

O número de folhas das plântulas oriundas das sementes com sarcotesta diferiu estatisticamente das sementes sem sarcotesta, na primeira semeadura, fato não observado para o comprimento do sistema radicular nas mesmas condições (Figura 8A).

Figura 8. Número de folhas (NF) e comprimento do sistema radicular (CSR) (A), diâmetro do caule (DC) e comprimento da parte aérea (CPA) (B) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) oriundas de sementes com (CS) e sem sarcotesta (SS). Ilha Solteira – SP, 2016.



*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Fonte: Elaboração da própria autora.

Segundo Larcher (2000), as folhas garantem um equilíbrio dinâmico com as raízes por meio de um sistema regulatório morfogenético, uma vez que realizam processos fotossintéticos e proporcionam o fornecimento de substâncias essenciais ao crescimento radicular.

Em relação ao diâmetro do caule, as sementes com sarcotesta foram significativamente superiores às que sem essa estrutura, o que também ocorreu para o comprimento da parte aérea (Figura 8B). Entretanto, segundo Melo e Seleguini (2013) e Cardoso et al. (2001), em

estudos com mamão (*Carica papaya*) e maracujá (*Passiflora edulis*), respectivamente, verificaram que a presença ou ausência da sarcotesta não afetou o comprimento da parte aérea.

O diâmetro do caule trata-se de uma variável de fácil determinação, além de indicar a sobrevivência da muda no campo através da analogia com o comprimento da parte aérea, onde altos valores sugerem crescimento excessivo da planta, e os menores indicam menor crescimento (GOMES et al, 2002; CHAVES et al., 2006; CARNEIRO; BARROSO; SOARES, 2007; MARANA et al., 2008; COSTA et al, 2015).

Os dados referentes ao número de folhas das plântulas oriundas de sementes com sarcotesta armazenadas em embalagens durante diferentes períodos, estão graficamente descritos na Figura 9A.

As sementes armazenadas em polietileno apresentaram diferença significativa entre os períodos analisados incrementando os valores, assim como observado por Ferreira e Gentil (2003), para sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia*).

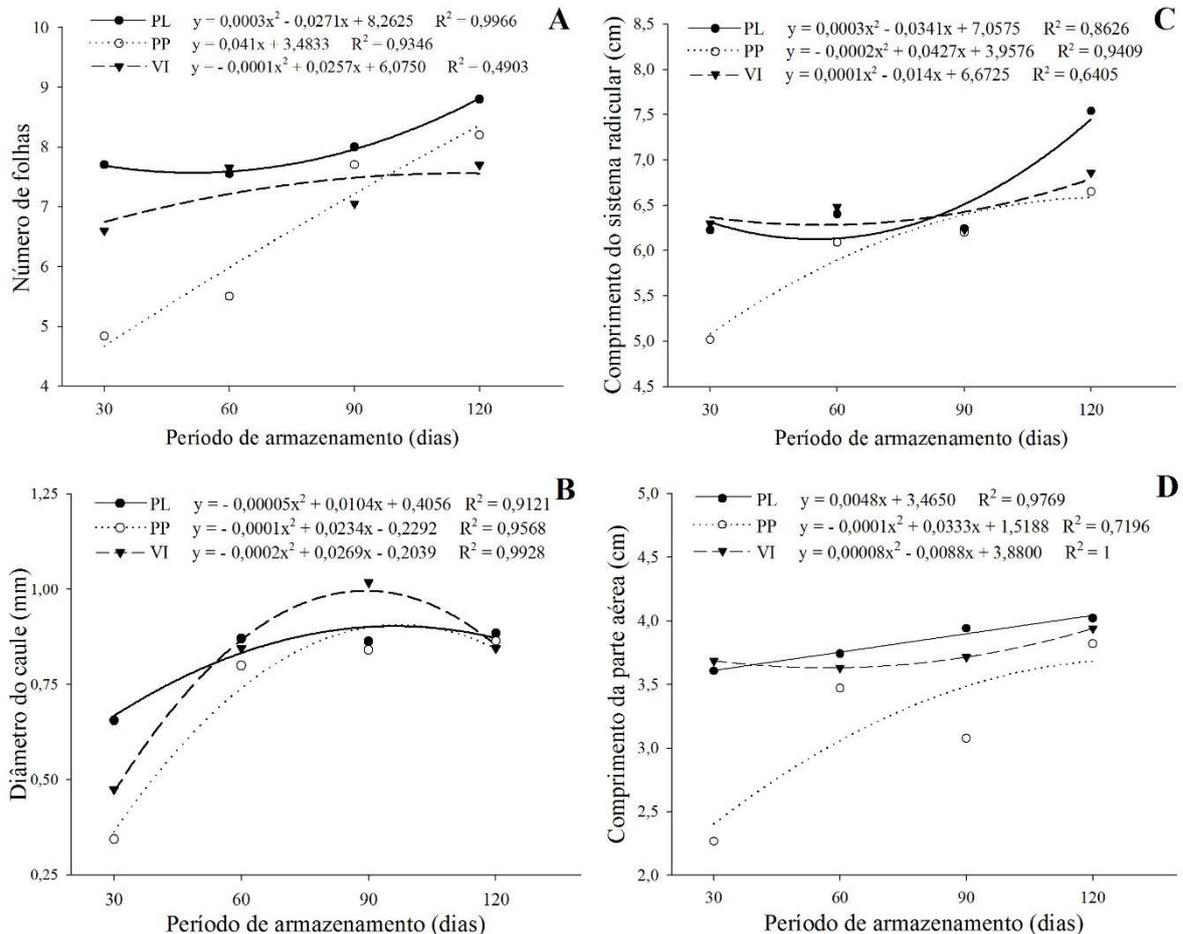
Já para as sementes conservadas em papel, houve um aumento linear dos valores de NF ao longo dos períodos de armazenamento, o que também foi verificado por Nietzsche et al. (2005), com embalagem semelhante na preservação de sementes de pinha (*Annona squamosa*).

Embalagens de polietileno e papel se comportaram de maneira semelhante em relação aos valores de diâmetro do caule ao longo dos períodos de armazenamento, sendo que os resultados de 60, 90 e 120 dias, foram estatisticamente superiores aos de 30 dias (Figura 9B). Resultados opostos foram verificados por Ferreira e Gentil (2003) e Nietzsche et al. (2005), utilizando embalagens de polietileno e papel, respectivamente, ao longo do armazenamento.

Para vidro, entretanto, o maior valor foi observado aos 90 dias de armazenamento, havendo diferença significativa entre os períodos (Figura 9B).

Para o comprimento do sistema radicular, os melhores valores para todas as embalagens analisadas foram obtidos aos 120 dias de armazenamento, não diferindo estatisticamente entre si. Esses resultados são contrários aos encontrados por Lopes et al. (2009) e Scalón et al. (2013), em trabalhos com umbu (*Spondias tuberosa*) e gabioba (*Campomanesia adamantium*), respectivamente.

Figura 9. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), comprimento do sistema radicular (C) e comprimento da parte aérea (D) em função de embalagens (PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro) e períodos de armazenamento de sementes de romã (*Punica granatum* L.) com sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

As embalagens de polietileno apresentaram incremento ao longo do armazenamento nos resultados de comprimento da parte aérea, com diferença estatística entre os períodos (Figura 9D). Já Ferreira et al. (2003), não obtiveram diferença significativa nos períodos avaliados em armazenamento com embalagem semelhante. As sementes armazenadas em papel e vidro também exibiram aumento do CPA ao longo dos períodos de armazenamento, sendo que no vidro, não houve diferença significativa.

As variáveis NF, DC e CPA não diferiram estatisticamente nas embalagens com sementes sem sarcotesta, sendo que o polietileno foi numericamente superior ao papel e vidro. Para CSR, embalagens de polietileno foram estatisticamente superiores (3,6000 cm) ao papel e vidro (2,1000 e 1,6400 cm, respectivamente) (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de NF (número de folhas), DC (diâmetro do caule), CPA (comprimento da parte aérea) e CSR (comprimento do sistema radicular) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com as embalagens e períodos de armazenamento das sementes sem sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.

EMBALAGEM	NF	DC (mm)	CPA (cm)	CSR (cm)
PL	4,0000 ^{ns}	0,2660 ^{ns}	1,7333 ^{ns}	3,6000 A*
PP	2,4000	0,2416	1,0800	2,1000 B
VI	2,4000	0,2380	1,0000	1,6400 C
Médias	2,9333	0,2485	1,2711	2,4467
PERÍODO (dias)	NF	DC (mm)	CPA (cm)	CSR (cm)
30	3,0000 A*	0,0425 ^{ns}	1,2250 ^{ns}	2,5500 A
60	0,0000 B	0,0000	0,0000	0,0000 B
90	0,0000 B	0,0000	0,0000	0,0000 B
120	0,0000 B	0,0000	0,0000	0,0000 B
Médias	2,8000	0,0550	1,0300	1,9550

*Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si e ^{ns}Não significativo pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Dados sem transformação. Fonte: Elaboração da própria autora.

Houve diferença estatística entre os períodos avaliados para NF e CSR. O DC e CPA não apresentaram diferença significativa entre os períodos, porém, obtiveram 0,2325 mm e 1,2250 cm em 30 dias de armazenamento (Tabela 6).

A massa de matéria fresca total (MFT), em relação a primeira semeadura (0 dias) de sementes com e sem sarcotesta, está descrita na Tabela 7.

Tabela 7. Médias de MFT (massa de matéria fresca total) e MST (massa de matéria fresca total) em relação à presença ou ausência de sarcotesta, embalagens e períodos de armazenamento de sementes de romã (*Punica granatum* L.). Ilha Solteira – SP, 2016.

TRATAMENTOS	MFT (mg)	MST (mg)
0 + CS	356,30	80,90
0 + SS	171,40 *	39,90 *
30 + CS + PL	253,90 * (ns)	91,20 ns (*)
30 + CS + PP	141,50 * (ns)	40,40 * (ns)
30 + CS + VI	246,30 * (ns)	69,30 ns (*)
60 + CS + PL	276,70 * (*)	88,80 ns (*)
60 + CS + PP	261,10 * (ns)	81,90 ns (*)
60 + CS + VI	352,40 ns (*)	110,40 * (*)
90 + CS + PL	272,40 * (*)	86,70 ns (*)
90 + CS + PP	199,70 * (ns)	71,60 ns (ns)
90 + CS + VI	246,90 * (ns)	80,50 ns (*)
120 + CS + PL	84,60 * (ns)	22,20 * (ns)
120 + CS + PP	62,40 * (ns)	20,30 * (ns)
120 + CS + VI	61,60 * (ns)	17,10 * (ns)
30 + SS + PL	305,10 ns (*)	107,70 * (*)

*Significativo, ^{ns}Não significativo pelo teste de Dunnett ($P \leq 0,05$). Significância fora dos parênteses: médias em relação às sementes com sarcotesta (CS); Significância dentro dos parênteses: médias em relação às sementes sem sarcotesta (SS). PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Fonte: Elaboração da própria autora.

Os tratamentos 60+CS+VI e 30+SS+PL não apresentaram diferença significativa em relação ao 0+CS. Enquanto que, as médias diferentes estatisticamente do tratamento 0+SS foram dos tratamentos 60+CS+PL, 60+CS+VI, 90+CS+PL e 30+SS+PL.

Em relação a massa de matéria seca total (MST), os tratamentos estatisticamente diferentes de 0+CS foram 0+SS, 30+CS+PP, 60+CS+VI, 120+CS+PL, 120+CS+PP, 120+CS+VI e 30+SS+PL. Quando se trata das comparações ao 0+SS, os tratamentos que exibiram diferença significativa foram 30+CS+PL, 30+CS+VI, 60+CS+PL, 60+CS+PP, 60+CS+VI, 90+CS+PL, 90+CS+VI e 30+SS+PL (Tabela 7).

Os valores de MFT e MST aumentaram em relação ao menor e maior período de armazenamento, em todas as embalagens (Tabela 8), que corroboram com dados encontrados por Scalon et al. (2013).

A oscilação encontrada nos períodos avaliados no presente estudo pode ser explicada por Oliveira et al. (2011), que afirmaram que, possivelmente, a diferença de maturação das sementes sob embalagens e períodos de armazenamento, pode induzir e expressar a germinação, e conseqüentemente, favorecer o vigor das plântulas de forma distinta ao longo do tempo.

Tabela 8. Valores de MFT (massa de matéria fresca total) e MST (massa de matéria seca total) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com embalagens e períodos de armazenamento de sementes com sarcotesta. Ilha Solteira – SP, 2016.

PERÍODO (dias)	MFT (mg)			MST (mg)		
	PL	PP	VI	PL	PP	VI
30	253,90 Ba *	141,50 Cb	246,32 Ca	91,18 Ba	40,43 Cc	69,27 Cb
60	305,10 Aa	261,12 Bb	294,70 Ba	102,91 Aa	81,88 Bb	84,10 Bb
90	272,42 Ba	199,70 Cb	246,99 Ca	86,68 Ba	71,60 Ba	80,48 Ba
120	321,62 Aa	330,00 Aa	352,35 Aa	107,70 Aa	103,60 Aa	110,35 Aa
Médias	288,26	251,19	285,09	97,12	79,46	86,05
C.V. (%)		13,19			14,75	

*Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Dados sem transformação. Fonte: Elaboração da própria autora.

Observou-se que não houve diferenças significativas para MFT e MST de plântulas provenientes de sementes sem sarcotesta entre as embalagens de armazenamento (Tabela 9). Numericamente, as embalagens de polietileno foram superiores em torno de 27,17 e 7,72 mg de MFT e MST, respectivamente, em relação ao papel e vidro.

Tabela 9. Valores de MFT (massa de matéria fresca total) e MST (massa de matéria seca total) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com as embalagens e períodos de armazenamento das sementes sem sarcotesta. Ilha Solteira - SP, 2016.

EMBALAGEM	MFT (mg)	MST (mg)
PL	68,50 ^{ns}	20,18 ^{ns}
PP	41,60	13,53
VI	41,07	11,40
Médias	50,37	15,04
PERÍODO (dias)	MFT (mg)	MST (mg)
30	26,18 ^{ns}	9,10 ^{ns}
60	0,00	0,00
90	0,00	0,00
120	0,00	0,00
Médias	39,51	9,80

*Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si e ^{ns}Não significativo pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. PL = polietileno, PP = papel, VI = vidro. Dados sem transformação. Fonte: Elaboração da própria autora.

Segundo Vieira e Carvalho (1994), as plântulas que exibem maiores resultados de massas de matéria fresca e seca, são indicativos que as sementes que as originaram eram mais vigorosas por possuírem alta qualidade fisiológica.

Tratando-se dos períodos de armazenamento, a MFT e MST não apresentaram diferença estatística, sendo que em 30 dias os valores foram maiores (171,35 e 39,90 mg, respectivamente).

É importante analisar a MST das plântulas, pois além de ser uma variável que reflete a qualidade das mudas, aponta como o desenvolvimento inicial das plântulas está se comportando, além de demonstrar a translocação e acúmulo da matéria seca nas plantas, por estar intimamente ligada ao vigor e capacidade fotossintética das plantas (VIEIRA; CARVALHO, 1994; GOMES et al., 2002).

3.3 CONCLUSÃO

As sementes de romã com sarcotesta podem ser armazenadas em embalagens de polietileno transparentes por até 90 dias, favorecendo as variáveis de emergência.

Não há necessidade da retirada da sarcotesta de sementes de romã da cv. Comum para favorecer o crescimento inicial das plântulas.

Novos estudos devem ser realizados sobre a composição da sarcotesta de outras cultivares, já que a cv. Comum, nas condições desse experimento, mostrou-se não possuir dormência relacionada a essa estrutura.

4. EXPERIMENTO II: ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA E IMERSÃO DAS SEMENTES DE ROMÃ EM ÁGUA

4.1 MATERIAL E MÉTODOS

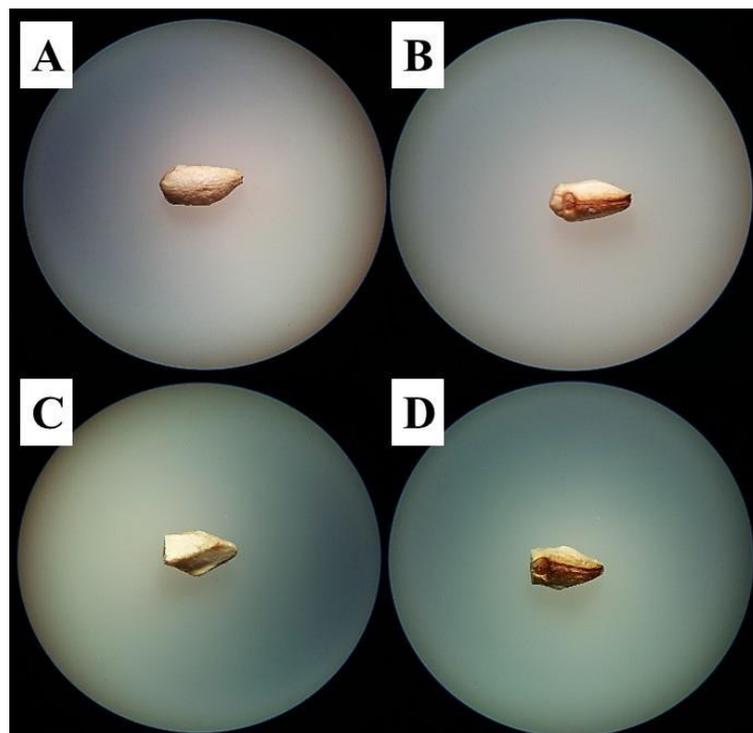
4.1.1 Material Vegetal

Os experimentos foram realizados no Laboratório do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da UNESP - Câmpus de Ilha Solteira, de agosto a novembro de 2015. Os frutos da cv. Comum, fisiologicamente maduros, foram coletados de plantas adultas de romãzeira, de pomar comercial localizado no município de Presidente Prudente (latitude 22°3'21,24" S, longitude 51°21'35,16" W e 477,6 m de altitude).

As sementes foram retiradas dos frutos e homogeneizadas. Para eficiência da remoção da sarcotesta, utilizou-se a pressão dessas contra uma peneira com abertura de 2,36 mm em água corrente (MELO; SELEGUINI, 2013).

Em um lote, as sementes permaneceram intactas após retirada da sarcotesta (Figura 10A e 10B), enquanto no outro lote, a escarificação nas sementes foi realizada com uma lixa de número 100, na região oposta à emissão da radícula (Figura 10C e 10D).

Figura 10. Sementes de romã (*Punica granatum* L.): sem escarificação vista da região ventral (A) e dorsal (B) e com escarificação vista da região ventral (C) e dorsal (D). Aumento de 0,7x. Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

Para imersão das sementes, utilizou-se água deionizada em temperatura ambiente pelos períodos de 0, 12, 24 e 48 horas.

Após o período de imersão, as sementes de ambos lotes, com escarificação e sem escarificação, foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células as quais foram preenchidas com substrato comercial (Bioplant[®]) e instaladas em Casa de Vegetação (tipo Pad & Fan), com irrigação controlada duas vezes ao dia durante 3 minutos, com vazão de 1800 cm³ min⁻¹.

4.1.2 Variáveis analisadas

- Início da emergência (IE em dias), contado no dia em que houve o primeiro surgimento da primeira emergência;
- Porcentagem de emergência (PE em %) (BRASIL, 2009);
- Índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962);
- Tempo médio de emergência (TME, dias⁻¹) (LABOURIAU, 1983).

Considerou-se emergência a partir do surgimento do hipocótilo, isto é, quando este apresentou-se acima do nível do substrato. Contabilizou-se PE, IVE e TME diariamente a partir do surgimento das primeiras plântulas normais.

Aos 50 dias após a semeadura, 20 plântulas foram amostradas para avaliar:

- Número de folhas (NF);
- Diâmetro do caule (DC em mm), medido com auxílio de um paquímetro digital;
- Comprimento da parte aérea (CPA em cm), medido com auxílio de uma régua graduada;
- Comprimento do sistema radicular (CSR em cm), medido com auxílio de uma régua graduada;
- Massa de matéria fresca e seca total (MFT e MST em mg, respectivamente).

A determinação de MFT foi realizada retirando as plântulas do substrato e lavadas cuidadosamente em água corrente. Para a MST, separou-se a parte aérea do sistema radicular das plântulas, sendo as partes colocadas em envelopes de papel e levadas para estufa com circulação de ar a 60°C, onde permaneceram até atingirem massa constante, obtido em 72 horas. Ambas massas foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001 g).

4.1.3 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (presença ou ausência de escarificação x tempo de imersão), com 4 repetições, cada uma constituída por 25 sementes.

As médias obtidas foram submetidas ao teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade e ajustadas à regressão polinomial, utilizando-se o software estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O início da emergência (IE) de sementes escarificadas foi menor com a imersão dessas em água por 12 horas (5,50 dias), diferindo estatisticamente dos demais períodos. Já para sementes sem escarificação, o menor valor observado foi de 12,50 dias quando as sementes não ficaram imersas em água, todavia, não houve diferença significativa entre os períodos testados (Tabela 10).

Tabela 10. Valores de IE (início da emergência), IVE (índice de velocidade de emergência) e TME (tempo médio de emergência) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com escarificação das sementes e períodos de imersão. Ilha Solteira – SP, 2016.

PERÍODOS (horas)	IE (dias)		IVE		TME (dias ⁻¹)	
	ES	SE	ES	SE	ES	SE
0	10,50 Aa*	12,50 Aa	0,5641 Aa	0,6827 Aa	18,56 Ba	22,54 Aa
12	5,50 Bb	14,25 Aa	0,7563 Aa	0,6070 Aa	15,96 Bb	25,68 Aa
24	10,00 Ab	15,00 Aa	0,6842 Aa	0,7324 Aa	19,54 Ba	23,93 Aa
48	8,50 Ab	13,50 Aa	0,5071 Aa	0,6906 Aa	23,38 Aa	23,12 Aa
Médias	8,63	13,81	0,6279	0,6782	19,36	23,82
C.V. (%)	17,99		30,93		12,75	

*Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ES = sementes com escarificação, SE = sementes sem escarificação. Fonte: Elaboração da própria autora.

Em experimento com escarificação e imersão em água de sementes de maracujá (*Passiflora edulis*), Wagner Júnior et al. (2005) observaram início de emergência de 21 dias, período maior do que o encontrado no presente estudo, tanto para sementes escarificadas quanto para aquelas sem escarificação.

Considerando que a menor permanência das mudas em fase de viveiro garantirá ao produtor diversos benefícios, como diminuição dos custos e uso mais eficiente deste local, o IE torna-se variável de fundamental importância, uma vez que através dela, se conhecerá o comportamento das sementes em relação ao tempo para emergir ao solo, fazendo com que o planejamento de cultivo da espécie seja otimizado.

Os valores de índice de velocidade de emergência (IVE) apresentaram variações entre os tratamentos, porém não diferiram estatisticamente entre si. Para as sementes escarificadas, o maior resultado foi observado quando se realizou a imersão das sementes em água durante

12 horas (0,7563), sendo que para as sementes sem escarificação, o maior valor foi encontrado na imersão das sementes por 24 horas (0,7324) (Tabela 10). Provavelmente, não houve suspensão nas sementes de atividades metabólicas e de absorção de água durante os períodos citados acima, o que culminou nos maiores valores de IVE.

Esses maiores valores de IVE corroboram com resultados da variável observados por Wagner Júnior et al. (2005), para sementes de maracujá escarificadas e imersas em água durante 12 horas (1,29) e, sem escarificação e imersas em água durante 24 horas (1,19). Ao comparar esses valores, o primeiro grupo de sementes foi superior ao segundo, o que também ocorreu para sementes de romã do presente estudo.

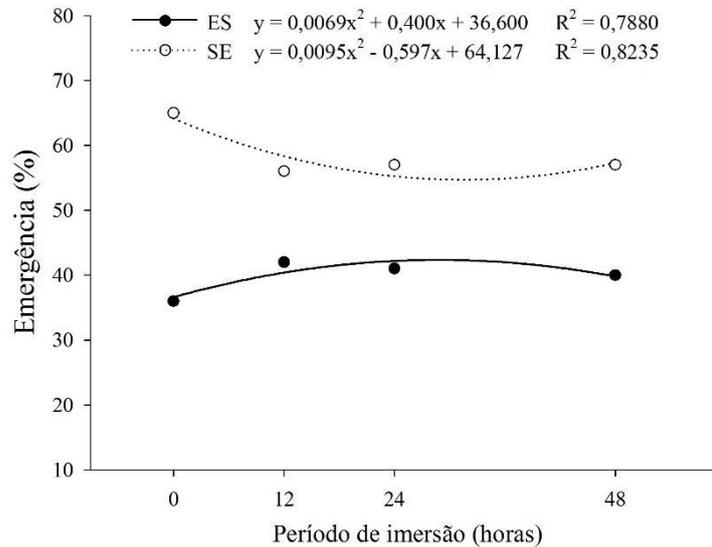
Menores valores de IVE implicam em menores porcentagens de emergência. Segundo Dutra et al. (2012), os maiores resultados de IVE são preferíveis pois podem propiciar baixas probabilidades das sementes se deteriorarem devido as condições do meio as quais são submetidas, além de reduzir o período em que ficarão no viveiro.

Alguns trabalhos com mamão (*Carica papaya* L.) realizados por Gherardi e Valio, (1976) e Perez, Reyes e Cuevas (1980), mostraram que a diminuição do tempo médio de emergência (TME) pode ser atingida pela remoção da sarcotesta das sementes, o que foi feito nas sementes de romã do presente experimento.

O menor valor de TME das sementes escarificadas foi observado quando se fez imersão de 12 horas em água (15,96 dias⁻¹), que não diferiu dos tratamentos em 0 e 24 horas de imersão (Tabela 10). Os resultados do TME para as sementes sem escarificação não apresentaram diferença significativa, porém o menor valor foi verificado quando não se fez imersão das mesmas em água (0 horas). Menores valores de TME são preferíveis pois são propícios na redução do período demandado para produção de mudas, garantindo também baixa desuniformidade entre as plântulas, devido à menor diferença entre o número de dias levados para ocorrer a emergência.

As porcentagens de emergência das sementes de romã escarificadas foram inferiores aos valores observados para as sementes sem escarificação, em todos os períodos avaliados de imersão em água (Figura 11).

Figura 11. Porcentagem de emergência de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, em função de períodos de imersão em água. Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

O maior valor de emergência para sementes escarificadas foi encontrado quando se fez imersão destas em água por 12 horas (42%), não diferindo estatisticamente dos demais períodos (Figura 11). Esses dados assemelham-se com resultados encontrados por Wagner Júnior et al. (2005) (49,5%), para sementes de maracujá escarificadas e imersas em água pelo mesmo período.

Provavelmente, a redução dos valores de emergência ao longo dos períodos de imersão das sementes escarificadas, ocorreu devido ao excesso de água nas sementes pelos maiores períodos de embebição, posto que, o excesso de umidade pode impedir a entrada do oxigênio para o embrião, além de reduzir todo o processo metabólico resultante (BORGES; RENA, 1993).

As sementes sem escarificação também não diferiram significativamente entre os períodos de imersão avaliados, entretanto, em todos os tratamentos, a emergência foi superior a 50%, sendo o maior valor observado quando as sementes não foram imersas em água (0 horas, com 65%) (Figura 11). Todavia, resultados distintos foram encontrados por Wagner Júnior et al. (2005) e Jesus (2014), para sementes sem escarificação de maracujá e mamão, respectivamente, onde os maiores valores de emergência foram obtidos quando se fez imersão em água durante 24 horas.

Devido aos valores de emergência das sementes de romã sem escarificação serem superiores aos das sementes escarificadas em todos os tratamentos avaliados, presume-se que

a espécie não apresente em suas sementes impedimento físico à entrada de água, desconsiderando a possibilidade da dormência ocorrer devido à dureza do tegumento.

Tal fato corrobora com estudos feitos por Takata et al. (2014), sobre a curva de embebição de sementes da espécie, os quais concluíram que as sementes possuíam inicialmente baixo teor de água, porém elevaram esse valor rapidamente durante as duas primeiras horas, aumentando-se de forma mais lenta até atingir estabilidade (fase I da germinação). Essa característica de curto período da fase I é vantajosa para as sementes de romã, uma vez que se houver necessidade de aplicação de tratamentos pré-germinativos, estes serão desempenhados de maneira rápida.

No presente estudo, nota-se que houve uma diminuição linear dos valores do NF das plântulas oriundas das sementes com e sem escarificação (Figura 12A). Em relação ao número de folhas (NF), a importância acerca de seu conhecimento se dá pelo fato destas serem o suporte para o rendimento potencial da cultura em si, posto que, as folhas são um dos principais órgãos que integram o processo respiratório, o qual é responsável pela troca gasosa com o ambiente (PEREIRA et al., 1997).

Para as sementes escarificadas, observa-se uma variação mais acentuada dos valores de NF (8,60) do que para as sementes sem escarificação (4,00). Os maiores valores dessa variável foram verificados para sementes com e sem escarificação (12,80 e 11,10 respectivamente) em 0 horas de imersão em água, não havendo diferença significativa entre os mesmos (Figura 12A). Esses resultados indicam que os períodos de imersão em água influenciaram direta e negativamente no incremento do NF.

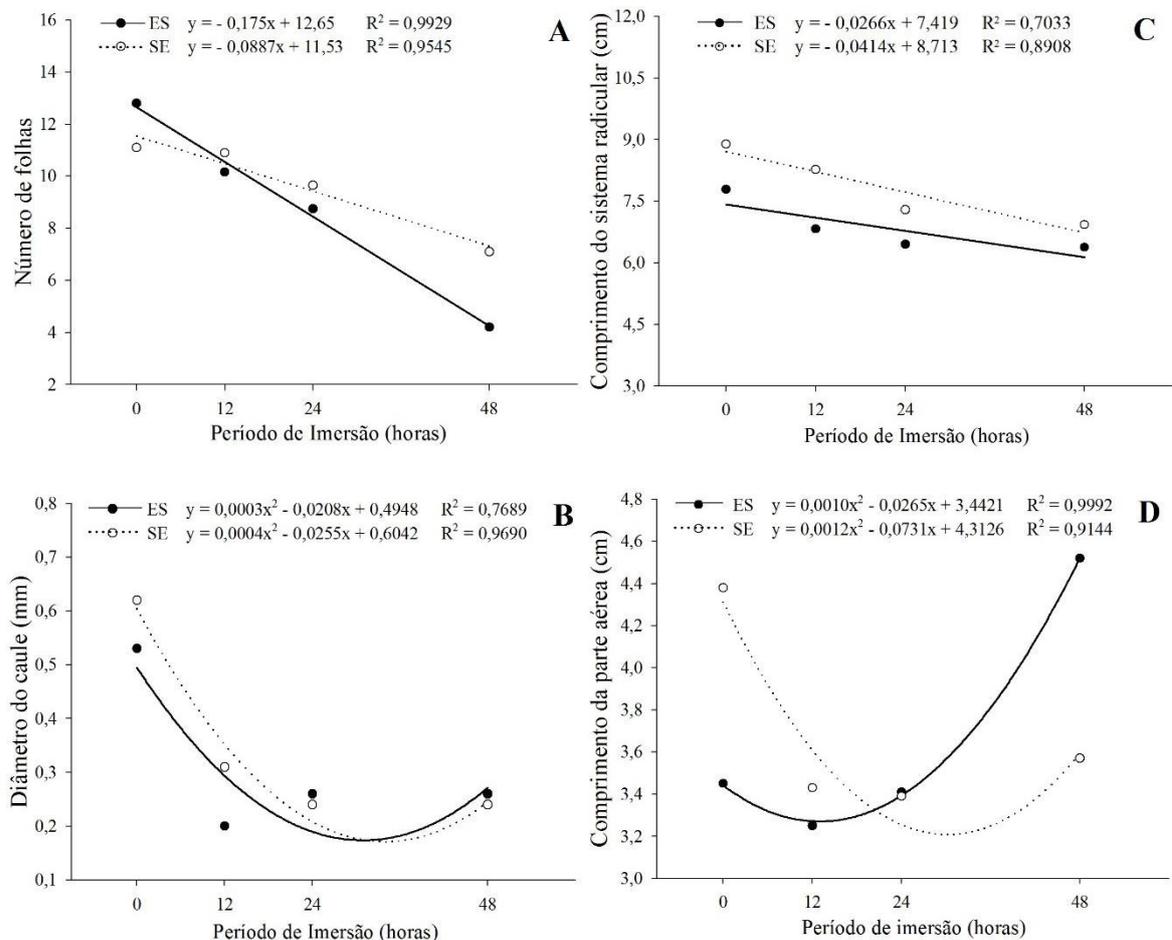
Na Figura 12B verifica-se que os maiores valores de DC obtidos em 0 horas de imersão em água pelas sementes de romã com e sem escarificação (0,53 e 0,62 mm, respectivamente), são respostas das atividades realizadas pelas maiores quantidades de folhas encontradas nesse mesmo período de imersão das sementes (Figura 12A). Para que haja crescimento no diâmetro do caule (DC), é necessário que as atividades cambiais sejam exercidas, sendo impulsionadas por ações fotossintéticas e translocação de hormônios das regiões apicais (LARCHER, 2006).

Nos períodos de 24 e 48 horas de imersão das sementes com e sem escarificação, ocorreu uma estabilização e similaridade dos valores de DC (0,26 e 0,24 mm, respectivamente), onde não houve diferença estatística entre tais resultados.

Em relação ao CSR, é possível notar na Figura 12C que os valores da variável apresentaram redução linear conforme os períodos de imersão em água propostos, sendo que em 0 horas de imersão os valores se sobressaíram em relação aos demais, para as sementes

com e sem escarificação. Segundo Rena e Guimarães (2000), as sementes quando em condições de hidratação ótima, o CSR tende a ser menor do que quando em condições contrárias.

Figura 12. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), comprimento do sistema radicular (C) e comprimento da parte aérea (D) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, em períodos de imersão em água. Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

Os maiores valores de NF encontrados no período de imersão acima citado (Figura 12A), podem se relacionar com os altos comprimentos do sistema radicular, pois as folhas são elementos fundamentais no desenvolvimento das plantas através da fotossíntese, além de serem centros de reserva, fontes de auxina e cofatores de enraizamento (HARTMANN; KESTER; JUNIOR DAVIES, 1997).

Observa-se que em 0 horas de imersão em água das sementes com e sem escarificação, obteve-se os maiores valores das duas variáveis (Figura 12A e 12C, respectivamente).

Provavelmente isso ocorreu pelo fato do desenvolvimento das plântulas ser consequência da atividade fotossintética e da absorção de nutrientes do meio (LARCHER, 2000), e quando houve alto NF, possivelmente ocorreu o favorecimento do CSR devido a interligação das variáveis.

Tanto as sementes com escarificação quanto as sem escarificação, não diferiram estatisticamente nos períodos de imersão avaliados, porém observa-se que as sementes com tegumento intacto foram superiores às demais sementes. Com a escarificação realizada nas sementes, a entrada de água nestas foi facilitada, e com isso houve a absorção mais rápida de umidade, o que segundo Santos (2013), pode ter causado injúrias devido a redução da integridade das membranas celulares, além da perda de nutrientes considerados essenciais.

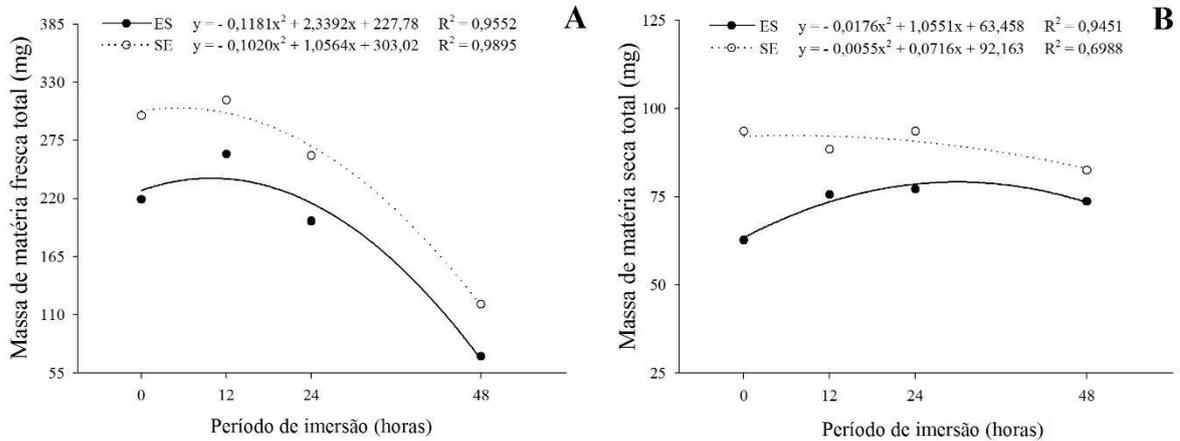
O comprimento da parte aérea das plântulas de romã (CPA) (Figura 12D) tiveram comportamento oposto quando comparadas às sementes escarificadas e sem escarificação, havendo diferença estatística entre os tratamentos.

Enquanto as sementes sem escarificação exibiram os maiores resultados de CPA em 0 horas de imersão, as sementes escarificadas foram superiores nos valores encontrados no período de 48 horas. Tal situação exibida pelas sementes sem escarificação indica que as sementes de romã possuem uma quantidade considerável de água em sua composição, garantindo assim a emergência da espécie.

Na Figura 13A observa-se que o comportamento das sementes com e sem escarificação, para massa de matéria fresca total (MFT), foi semelhante em todos os períodos de imersão propostos, sendo os maiores valores encontrados em 12 horas (261,82 e 312,94 mg, respectivamente) e os menores em 48 horas de imersão (70,76 e 120,11 mg, respectivamente).

Já para massa de matéria seca total (MST) (Figura 13B), as plântulas se comportaram de maneira distinta quando se comparam os tipos de sementes. Enquanto as sementes escarificadas exibiram o maior valor (77,10 mg) quando imersas em água por 24 horas, as sementes com o tegumento intacto apresentaram maior MST (93,60 mg) em 0 horas de imersão, sendo que ambas as sementes não diferiram estatisticamente nos períodos analisados.

Figura 13. Massa de matéria fresca (A) e seca (B) total de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, em períodos de imersão em água. Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

Os baixos valores encontrados de MST (62,70 mg) em 0 horas de imersão para sementes escarificadas, certamente se deve ao fato de que, como o tegumento dessas sementes foi rompido, houve lixiviação de substâncias essenciais para o embrião e consequente desenvolvimento da plântula, o que prejudicou a produção de biomassa (SAMAD; PEARCE, 1978).

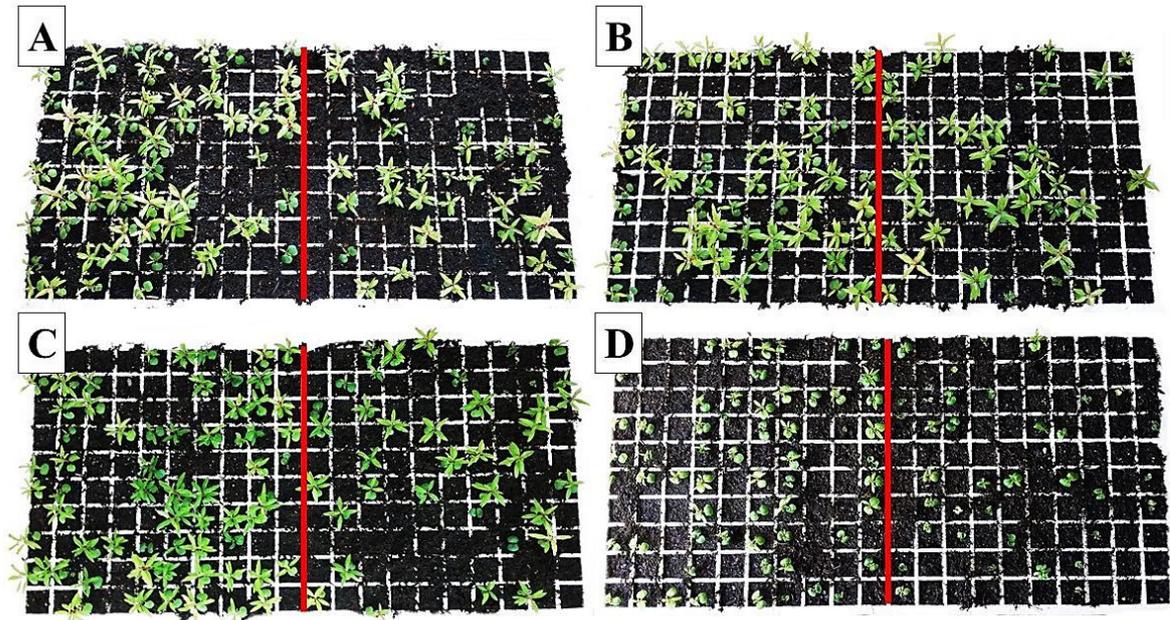
Quando as sementes escarificadas permaneceram 48 horas em imersão, o declínio do resultado de MST (73,70 mg) provavelmente se deu por ocasião do excesso de água, uma vez que, nessas condições, pela semente absorver água rapidamente, os seus tecidos podem sofrer rupturas (HOBBS; OBENDORF, 1972).

As sementes sem escarificação foram superiores àquelas escarificadas em todos os períodos observados de imersão em água, tanto para MFT quanto para MST.

Destaca-se, portanto, nesse contexto, que devido aos resultados exibidos pelas sementes sem escarificação e sem imersão em água se comportarem de forma proeminente ou similar aos valores das sementes escarificadas, o rompimento do tegumento de sementes de romã não se faz necessário.

As bandejas contendo as plântulas ao final do experimento (50 dias após semeadura) podem ser visualizadas na Figura 14. Observa-se que, visualmente, em todos os tratamentos avaliados, as sementes que não foram escarificadas (lado esquerdo da linha vermelha) foram superiores àquelas em que foi realizada a escarificação (lado direito da linha vermelha).

Figura 14. Bandejas com plântulas de romã (*Punica granatum* L.) oriundas de imersão em água por (A) 0 horas; (B) 12 horas; (C) 24 horas e, (D) 48 horas, sendo o lado esquerdo da linha vermelha as sementes sem escarificação e o lado direito, as sementes escarificadas. Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

4.3 CONCLUSÃO

É dispensável a realização da escarificação mecânica e imersão em água das sementes para favorecer a emergência e sua velocidade, e incrementar o crescimento inicial de plântulas de romã.

As sementes de romã cv. Comum não apresentam dormência relacionada ao tegumento.

5. EXPERIMENTO III: ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA E IMERSÃO DAS SEMENTES DE ROMÃ EM ÁCIDO GIBERÉLICO

5.1 MATERIAL E MÉTODOS

5.1.1 Material Vegetal

O experimento foi realizado no Laboratório do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da UNESP - Câmpus de Ilha Solteira, de agosto a outubro de 2015. Os frutos fisiologicamente maduros foram coletados de plantas adultas de romãzeira, de um pomar comercial localizado em Presidente Prudente (latitude 22°3'21,24" S, longitude 51°21'35,16" W e 477,6 m de altitude).

As sementes foram retiradas dos frutos e homogeneizadas. Para eficiência da remoção da sarcotesta, utilizou-se a pressão dessas contra uma peneira com abertura de 2,36 mm em água corrente (MELO; SELEGUINI, 2013).

Em um lote, as sementes permaneceram intactas após retirada da sarcotesta (Figura 10A e 10B), enquanto no outro lote, a escarificação nas sementes foi realizada com uma lixa de número 100, na região oposta à emissão da radícula (Figura 10C e 10D).

As sementes de ambos lotes, foram imersas em solução de ácido giberélico comercial P.A. Dinâmica® (GA³), nas concentrações de 0 (somente em água deionizada), 500, 1000 e 1500 mg L⁻¹, durante quatro horas.

Após o período de imersão, realizou-se semeadura em bandejas de poliestireno expandido de 200 células as quais foram preenchidas com substrato comercial (Bioplant®) e instaladas em Casa de Vegetação (tipo Pad & Fan), com irrigação controlada duas vezes ao dia durante 3 minutos, com vazão de 1800 cm³ min⁻¹.

5.1.2 Variáveis analisadas

- Início da emergência (IE em dias), contado no dia em que houve o primeiro surgimento da primeira emergência;
- Porcentagem de emergência (PE em %) (BRASIL, 2009);
- Índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962);
- Tempo médio de emergência (TME, dias⁻¹) (LABOURIAU, 1983).

Considerou-se emergência a partir do surgimento do hipocótilo, isto é, quando este apresentou-se acima do nível do substrato. Contabilizou-se PE, IVE e TME diariamente a partir do surgimento das primeiras plântulas normais.

Aos 50 dias após a semeadura, 20 plântulas foram amostradas para avaliar:

- Número de folhas (NF);
- Diâmetro do caule (DC em mm), medido com auxílio de um paquímetro digital;
- Comprimento da parte aérea (CPA em cm), medido com auxílio de uma régua graduada;
- Comprimento do sistema radicular (CSR em cm), medido com auxílio de uma régua graduada;
- Massa de matéria fresca e seca total (MFT e MST em mg, respectivamente).

A determinação de MFT foi realizada retirando as plântulas do substrato e lavadas cuidadosamente em água corrente. Para a MST, separou-se a parte aérea do sistema radicular das plântulas, sendo as partes colocadas em envelopes de papel e levadas para estufa com circulação de ar a 60°C, onde permaneceram até atingirem massa constante, obtido em 72 horas. Ambas massas foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001 g).

5.1.3 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (presença ou ausência de escarificação x concentrações de GA₃), com 4 repetições, cada uma constituída por 25 sementes.

As médias obtidas foram submetidas ao teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade e ajustadas à regressão polinomial, utilizando-se o software estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 11 que o menor valor de início de emergência (IE) para sementes escarificadas (7,00 dias), foi encontrado quando se utilizou 500 mg L⁻¹ de GA₃ para imersão destas, diferindo estatisticamente das demais concentrações. Entretanto, Schmidt et al. (1993) encontraram para sementes de mamão (*Carica papaya*) IE de 14 dias.

Já para as sementes que não foram escarificadas, embora não se tenha verificado diferenças entre as concentrações, o tratamento sem imersão em GA₃ (0 mg L⁻¹ GA₃) apresentou o menor resultado (12,50 dias).

Germinação rápida e uniforme das sementes e a conseqüente emergência das plântulas, são aspectos fundamentais para formação de mudas, uma vez que, quanto maior o período que a plântula permanecer nas fases iniciais de desenvolvimento e atrasar para sua emergência, mais suscetível estará às condições adversas do meio (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999). Por isso, os menores valores de IE são considerados mais

adequados por caracterizarem rapidez do processo germinativo e, sendo assim, melhor eficiência da técnica.

Tabela 11. Valores de início da emergência (IE), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com escarificação das sementes e concentrações de ácido giberélico. Ilha Solteira – SP, 2016.

GA ₃ (mg L ⁻¹)	IE (dias)		IVE		TME (dias ⁻¹)	
	ES	SE	ES	SE	ES	SE
0	10,50 Aa*	12,50 Aa	0,5641 Aa	0,6826 Aa	18,56 Bb	24,49 Aa
500	7,00 Bb	15,00 Aa	0,8083 Aa	0,8129 Aa	15,39 Bb	22,54 Aa
1000	12,00 Aa	13,25 Aa	0,5061 Aa	0,7327 Aa	23,44 Aa	25,23 Aa
1500	10,00 Ab	14,75 Aa	0,7607 Aa	0,8085 Aa	15,78 Bb	24,96 Aa
Médias	9,88	13,88	0,6598	0,7591	18,29	24,31
C.V. (%)	17,32		30,64		12,30	

*Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ES = sementes com escarificação, SE = sementes sem escarificação. Fonte: Elaboração do próprio autor. Fonte: Elaboração da própria autora.

Observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 11), o que corrobora com dados encontrados por Vieira e Gusmão (2006), em trabalhos com sementes de jenipapo (*Genipa americana*).

Segundo Dutra et al. (2012), os maiores resultados de IVE podem propiciar menores probabilidades das sementes se deteriorarem devido as condições do meio as quais são submetidas, além de reduzir o período que ficam no viveiro.

No presente estudo, mesmo os valores não apresentando diferença significativa entre eles, a imersão das sementes com e sem escarificação em 500 mg L⁻¹ GA₃ apresentaram os maiores valores para IVE, corroborando com dados encontrados por Ferreira, Fogaça e Moro (2001), em estudos sobre a emergência de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata*). Já Santos et al. (2010), observaram maior valor da variável quando associaram a escarificação de sementes de maracujá (*Passiflora setacea*) com a imersão destas em 19,84 mg L⁻¹ GA₃, o que não ocorreu no presente estudo.

Em relação ao tempo médio de emergência (TME), o menor valor foi encontrado quando se fez imersão das sementes escarificadas em 500 mg L⁻¹ de GA₃, não diferindo estatisticamente de 0 e 1500 mg L⁻¹ de GA₃. Para as sementes sem escarificação, embora não haver diferença significativa entre os tratamentos, a imersão das sementes na menor concentração de GA₃ também apresentou o menor valor (Tabela 11).

As sementes escarificadas apresentaram diferença significativa entre as concentrações com variação do TME de 15,39 a 23,44 dias⁻¹, enquanto que as sementes com tegumento

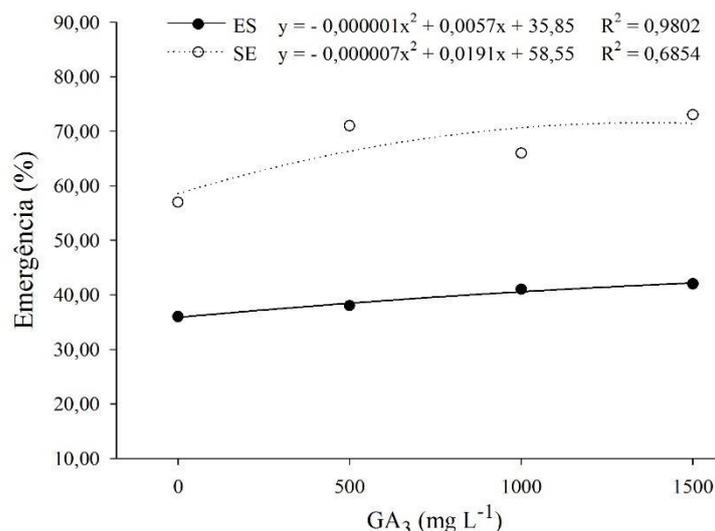
intacto variaram de 22,54 a 24,96 dias⁻¹, não diferindo estatisticamente entre si. Takata et al. (2014), avaliando a germinação de sementes de romã em função de concentrações de GA₃, concluíram que essa variação foi de 26,48 a 32,60 dias⁻¹, valores mais altos quando contrastados aos encontrados nesse experimento.

A realização da escarificação e da imersão das sementes em GA₃ foi constatada como eficiente em relação a diminuição do tempo necessário para a emergência de biribá (CAMPOS et al., 2015).

Para porcentagem de emergência (PE), ao contrário do que foi verificado por Takata et al. (2014) para sementes de romã, o aumento da concentração de GA₃ incrementou os valores observados dessa variável (Figura 15).

Apesar de não apresentar diferença significativa entre as concentrações, numericamente, os maiores valores de emergência foram encontrados com uso de 500 e 1500 mg L⁻¹ GA₃ para sementes de romã sem escarificação (71% e 73%, respectivamente), os quais foram superiores aos encontrados nas mesmas concentrações para sementes escarificadas (38% e 42%, respectivamente).

Figura 15. Porcentagem de emergência de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, imersas em concentrações de ácido giberélico (mg L⁻¹). Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

A escarificação aliada a imersão em GA₃ das sementes de romã não foi capaz de aumentar os valores de porcentagem de emergência, ao contrário do encontrado por Santos et

al. (2010), que observaram em torno de 46,8% de emergência para maracujá-do-sono, quando associaram esses métodos pré-germinativos.

Para as sementes com o tegumento intacto, observa-se em todas as concentrações de GA₃ analisadas, porcentagens de emergência acima de 50% quando relacionadas às sementes escarificadas. Resultados opostos foram verificados por Campos et al. (2015), pois constataram maiores valores da variável quando associaram a escarificação e imersão em GA₃ em sementes de biribá.

Desta forma, verifica-se que as sementes de romã emergiram independentemente da escarificação, indicando não haver presença de dormência física, uma vez que, provavelmente, o tegumento não impede a entrada de solução nas sementes. Entretanto, Carvalho et al. (2012), concluíram que a escarificação mecânica influenciou positivamente os resultados de emergência de *Passiflora gibertii*.

Provavelmente, a escarificação do tegumento facilita a absorção da solução pelas sementes causando fitotoxicidade, pois a presença do GA₃ pode ter desencadeado um incremento da ação de determinadas enzimas como a celulase, as quais agem na parede celular degradando o seu material (TAKAK; DIETRICH; FURTADO, 1979).

Outro pressuposto é que o GA₃ diluído em água tenha modificado o potencial osmótico da solução e, por conseguinte, o potencial hídrico, impedindo a entrada de água na semente, o que pode ter prejudicado a emergência das plântulas (SANTOS et al., 2004; TAKATA et al., 2014).

Em relação às variáveis de crescimento, aos 50 dias após a semeadura observa-se que para o número de folhas (NF), as sementes escarificadas e sem escarificação em 0 mg L⁻¹ GA₃ apresentaram em média 8,75 e 10,90 folhas, respectivamente, diferindo-se estatisticamente das demais concentrações de GA₃ avaliadas (Figura 16A).

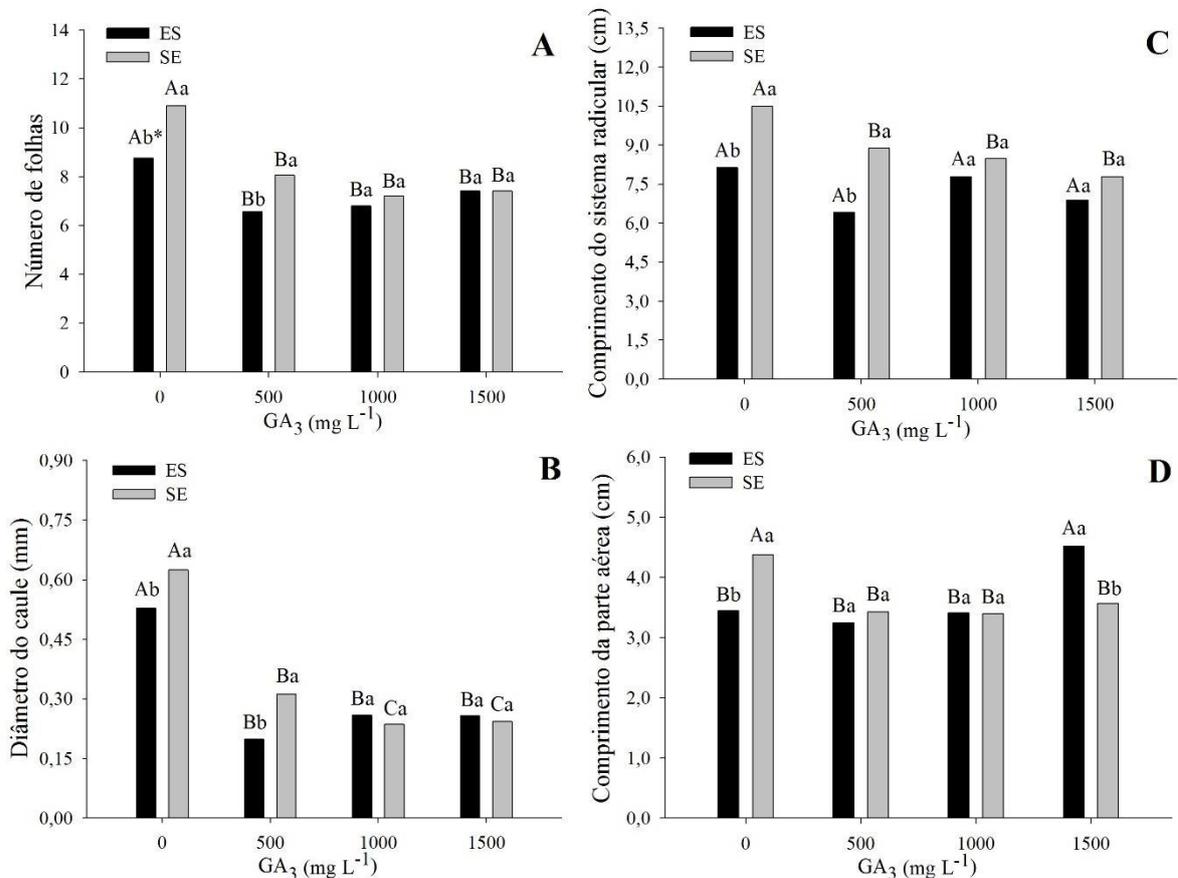
É importante se ter o conhecimento acerca do NF de uma muda pois, por meio destas, infere-se sobre a garantia de sobrevivência da planta no campo, uma vez que por intermédio da maior quantidade de folhas, a energia fornecida à plântula será maior pelo aumento de sua taxa fotossintética (GRAVE et al., 2007).

A imersão das sementes escarificadas e sem escarificação nas soluções de GA₃, não incrementou o NF de romã, corroborando com dados encontrados por Fogaça, Ferreira e Bloedorn (2001), em estudos com aplicação de GA₃ em sementes de maracujá doce (*Passiflora alata*).

Cabe enfatizar que na menor concentração avaliada de GA₃ (500 mg L⁻¹), as sementes escarificadas apresentaram nas plântulas obtidas, os menores valores de NF e comprimento do

sistema radicular (CSR) (Figura 16A e 16C), acentuando o fato de que as folhas estão intimamente interligadas no processo de enraizamento das plântulas através da produção de substâncias como auxinas, sacarose e compostos nitrogenados, essenciais à formação de raízes (PINTO; LAMEIRA, 2001).

Figura 16. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), comprimento do sistema radicular (C) e comprimento da parte aérea (D) de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, imersas em concentrações de ácido giberélico (mg L^{-1}). Ilha Solteira – SP, 2016.



*Letras iguais maiúsculas entre as concentrações e iguais minúsculas entre a presença e ausência de escarificação em cada concentração não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Elaboração da própria autora.

Assim como ocorreu para o NF, o diâmetro do caule (DC) apresentou maiores valores quando as sementes escarificadas e não escarificadas foram imersas em água deionizada – 0 mg L^{-1} GA₃ (0,5285 e 0,6245 mm, respectivamente), sendo que as sementes com o tegumento intacto foram superiores, diferindo-se dos demais tratamentos (Figura 16B).

Devido ao DC possuir demorado desenvolvimento, as plântulas de romã não tiveram incremento desta variável com o uso do GA₃ na imersão das sementes por não terem tempo

suficiente para demonstrar tal efeito, o que também foi observado por Dantas et al. (2012) para plântulas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*).

Conforme elucidado por Grave et al. (2007), plântulas com baixo valor de DC associado com alto valor de comprimento da parte aérea (CPA) são consideradas inferiores daquelas que exibem maiores diâmetros, pois esses últimos auxiliam na sobrevivência e no desenvolvimento da plântula após o plantio no campo, estando estreitamente relacionados com o crescimento da parte aérea e do sistema radicular.

Desta forma, pode-se considerar que as plântulas oriundas das sementes que foram imersas em GA₃ são inferiores às plântulas provenientes das sementes imersas somente em água deionizada (Figura 16B e 16D), o que corrobora com resultados encontrados por Ferraz et al. (2014), para maracujá Roxinho do Kênia (*Passiflora edulis*).

As sementes de romã, com e sem escarificação, originaram plântulas com maiores valores de CSR (8,14 e 10,49 cm, respectivamente) quando foram imersas em 0 mg L⁻¹ GA₃, sendo que, essas últimas, foram superiores aos demais tratamentos, diferindo-se estatisticamente (Figura 16C).

Na imersão das sementes com e sem escarificação em 500 mg L⁻¹ GA₃, as plântulas apresentaram decréscimo nos valores de CSR, quando relacionados com os obtidos das sementes em imersão somente na água deionizada (0 mg L⁻¹ GA₃). Da mesma forma, Leite et al. (2012) estudando métodos de superação de dormência em sementes de noni (*Morinda citrifolia*), também não encontraram altos valores para a variável quando testaram concentrações de GA₃ na imersão das sementes.

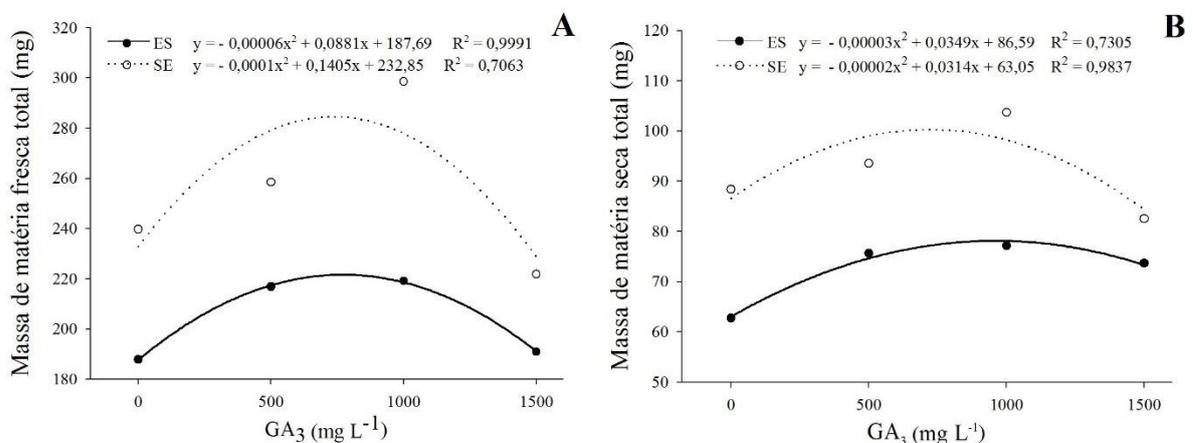
Na maior concentração de GA₃ avaliada, ambos tipos de sementes apresentaram baixos valores de CSR, fato explicado por Taiz e Zeiger (2013), uma vez que os autores afirmaram que apesar da raiz poder sintetizar e transportar giberelina para parte aérea através do xilema, admite-se que a via de transdução de sinal solicitada para promover o crescimento relacionado a esse hormônio, não se expresse na raiz.

Assim como ocorreu para sementes de biribá em pesquisas realizadas por Campos et al. (2015), o maior resultado de comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de romã foi observado quando se escarificou as sementes e fez a imersão dessas em 1500 mg L⁻¹ de GA₃, assemelhando-se ao valor verificado no presente experimento para sementes sem escarificação imersas somente em água deionizada (0 mg L⁻¹ GA₃) (Figura 16D). Possivelmente, com a escarificação do tegumento das sementes e a permissão de entrada da solução de GA₃, houve o aumento do crescimento em altura das plântulas, fato esperado pois,

segundo Taiz e Zeiger (2013), a giberelina é capaz de promover a divisão e o alongamento celulares favorecendo tal característica da planta.

As sementes escarificadas não apresentaram diferença significativa entre os períodos de imersão propostos para massa de matéria fresca total (MFT), contrariamente ao observado nas sementes sem escarificação (Figura 17A).

Figura 17. Massa de matéria fresca (A) e seca (B) total de plântulas de romã (*Punica granatum* L.) de acordo com a presença (ES) ou ausência (SE) de escarificação nas sementes, em função de concentrações de ácido giberélico (mg L^{-1}). Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

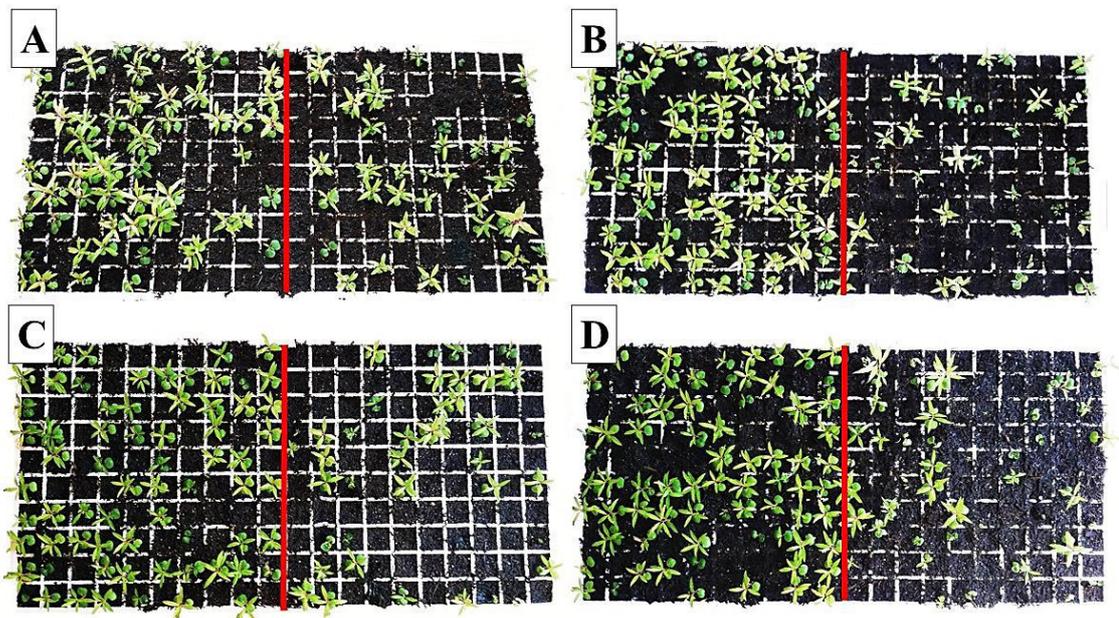
Apesar das sementes com e sem escarificação não terem apresentado diferenças significativas entre as concentrações de GA₃ avaliadas (Figura 17B), as sementes com o tegumento intacto foram superiores às outras em todas os tratamentos observados, corroborando com resultados observados por Campos et al. (2015), em experimento com sementes de biribá. Os altos valores de massa são fundamentais no que concerne ao posterior transplântio da muda, posto que, o período que a planta irá necessitar para adquirir características favoráveis para esse processo, será reduzido.

Evidencia-se, portanto, que pelo fato da imersão em água deionizada ($0 \text{ mg L}^{-1} \text{ GA}_3$) apresentar-se de maneira superior ou significativamente próxima dos resultados exibidos pelo uso das concentrações de ácido giberélico nas variáveis analisadas, a utilização de GA₃ não se faz necessária.

Além disso, as sementes de romã que não foram submetidas à escarificação de seus tegumentos, obtiveram valores proeminentes das variáveis relacionadas à emergência e sua velocidade, e ao crescimento inicial das plântulas, quando se relaciona às sementes escarificadas.

As bandejas contendo as plântulas ao final do experimento (50 dias após semeadura) podem ser visualizadas na Figura 18. Observa-se que, visualmente, em todos os tratamentos avaliados as sementes que não foram escarificadas (lado esquerdo da linha vermelha) foram superiores às aquelas em que foi realizada a escarificação (lado direito da linha vermelha).

Figura 18. Bandejas com plântulas de romã (*Punica granatum* L.) oriundas de imersão em ácido giberélico em (A) 0 mg L⁻¹; (B) 500 mg L⁻¹; (C) 1000 mg L⁻¹ e, (D) 1500 mg L⁻¹, sendo o lado esquerdo da linha vermelha as sementes sem escarificação e o lado direito, as sementes escarificadas. Ilha Solteira – SP, 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

5.3 CONCLUSÃO

Não há necessidade da escarificação mecânica e imersão das sementes em ácido giberélico para favorecer a emergência e sua velocidade, bem como o crescimento inicial de plântulas de romãzeira.

As sementes de romã cv. Comum não apresentam dormência relacionada ao tegumento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos e de acordo com os resultados obtidos pode-se considerar que:

Há poucos trabalhos sobre tratamentos pré-germinativos em sementes de romã envolvendo a cv. Comum encontrada no Brasil, portanto, novas pesquisas em outros aspectos agrônômicos devem ser realizadas. Adicionalmente, o domínio sobre a composição química da sarcotesta das sementes dessa cultivar, também acarretará resultados satisfatórios.

O conhecimento acerca das condições de armazenamento de sementes são de extrema importância para conservação da qualidade fisiológica das mesmas, ou ainda, redução da velocidade dos processos de deterioração.

Além disso, por meio de técnicas de armazenamento bem-sucedidas, se determinará qual período limite desse procedimento, garantindo que haja um cronograma de atividades que incluem as sementes, conseqüentemente, mudas disponibilizadas ao longo do ano. Por isso, novos experimentos devem ser feitos buscando encontrar outras condições ótimas de conservação da espécie, como ambiente, umidade relativa, temperatura, embalagem, período, entre outras.

REFERÊNCIAS

- AFAQ, F.; SALEEM, M.; KRUEGER, C. G.; REED, J. D.; MUKHTAR, H. Anthocyanin- and hydrolyzable tannin-rich pomegranate fruit extract modulates MAPK and NF-kappaB pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice. **International Journal of Cancer**, New York, v. 113, n. 3, p. 423-433, 2005.
- AGUIAR, F. F. A.; BILIA, D. A. C.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; BARBEDO, C. J. Germinação de sementes de *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henry ex Rehder: efeitos da temperatura, luz e substrato. **Hoehnea**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 119-126, 2005.
- ALMEIDA, A. M. **Maturação e qualidade fisiológica de sementes de maracujá amarelo** (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). 1985. 91 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Universidade do Estado de São Paulo, UNESP, Botucatu, 1985.
- ALMEIDA, F. A. C.; JERÔNIMO, E. S.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; SILVA, A. S. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 189-202, 2010.
- AL-MUAMMAR, M. N.; FOZIA KHAN, F. Obesity: the preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*). **Nutrition**, Greenburgh, v. 28, n. 6, p. 595-604, 2012.
- ALVES, E. U.; SILVA, K. B.; GONÇALVES, E. P.; CARDOSO, E. A.; ALVES, A. U. Germinação e vigor de sementes de *Talisia esculenta* (St. Hil) Radlk em função de diferentes períodos de fermentação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 761-770, 2009.
- AL-ZOREKY, N. S. Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 134, n. 3, p. 244-248, 2009.
- AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L. Formação das substâncias de reserva durante o desenvolvimento de sementes de urucum (*Bixa orellana* L. Bixaceae). **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 125-132, 2001.
- ANARAINCO Anarain Company 2006. **Pomegranate history**. Disponível em: <www.anarainco.com/history.htm>. Acesso em: 1 set. 2006.
- ANDRADE, A. C. S.; CUNHA, R. Grau crítico de umidade? **Informativo do Comitê Técnico de Sementes Recalcitrantes**, Brasília, n. 1, p. 2-3, 1996.
- ANDRADE, R. N. B.; FERREIRA, A. G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) - Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 118-125, 2000.
- ANGELINE, O.; OUMA, G. Effect of washing and media on the germination of papaya seeds. **Journal of Agricultural and Biological Science**, Londres, v. 3, n. 1, p. 8-11, 2008.
- ARAÚJO, L. R.; ALVES, E. U.; RODRIGUES, C. M.; RODRIGUES, A. A. M. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Eugenia jambolana* Lam. após remoção da polpa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 1, p. 14-18, 2015.

ASHTON, R. W.; BAER, B. L.; SILVERSTEIN, D. E. **The Incredible Pomegranate: Plant & Fruit**. Tempe: Third Millennium Publishing, 2006. 162 p.

ATAÍDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; FLORES, A. V.; CASTRO, R. V. O. Avaliação preliminar da embebição de sementes de jacarandá-da-bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 78, p. 133-139, 2014.

AVIRAM, M.; DORNFELD, L.; ROSENBLAT, M.; VOLKOVA, N.; KAPLAN, M.; COLEMAN, R.; HAYEK, T.; PRESSER, D.; FUHRMAN, B. Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 71, n. 5, p. 1062-1076, 2000.

AVIRAM, M.; DORNFELD, L.; KAPLAN, M.; COLEMAN, R.; GAITINI, D.; NITECKI, S.; HOFMAN, A.; ROSENBLAT, M.; VOLKOVA, N.; PRESSER, D.; ATTIAS, J.; HAYEK, T.; FUHRMAN, B. Pomegranate juice flavonoids inhibit low-density lipoprotein oxidation and cardiovascular diseases: studies in atherosclerotic mice and in humans. **Drugs Under Experimental and Clinical Research**, Suíça, v. 28, n. 2-3, p. 49-62, 2002.

AVIRAM, M.; VOLKOVA, N.; COLEMAN, R.; DREHER, M.; REDDY, M. K.; FERREIRA, D.; ROSENBLAT, M. Pomegranate phenolics from the peels, arils, and flowers are antiatherogenic: Studies *in vivo* in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient (E⁰) mice and *in vitro* in cultured macrophages and lipoproteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 3, p. 1148-1157, 2008.

BARMAN, K.; ASREY, R.; PAL, R. K. Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 130, n. 4, p. 795-800, 2011.

BATISTA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B.; BENEDITO, C. P.; GUIMARÃES, I. P. Propagação vegetativa de romã em diferentes substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 4, p. 96-100, 2011.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: Peske, S. T.; Rosental, M. D.; Rota, G. R. (ed.). **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. p. 369-418.

BCHIR, B.; BESBES, S.; ATTIA, H.; BLECKER, C. Osmotic dehydration of pomegranate seeds (*Punica granatum* L.): effect of freezing pre-treatment. **Journal of Food Process Engineering**, Westport, v. 35, n. 3, p. 335-354, 2011.

BECWAR, M. R.; STANWOOD, P. C.; LEONHARDT, K. W. Dehydration effects on freezing characteristics and survival in liquid nitrogen of desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 4, p. 613-618, 1983.

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

BIONDI, D.; LEAL, L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Mimosa strobiliflora* Burkart. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 245-248, 2008.

BONOME, L. T. S. **Alterações fisiológicas, bioquímicas e moleculares em sementes de seringueira (*Hevea sp.*) durante o armazenamento.** 2006. 136f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2006.

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

BRAGA, L. C.; SHUPP, J. W.; CUMMINGS, C.; JETT, M.; TAKAHASHI, J. A.; CARMO, L. S.; CHARTONE, S. E.; NASCIMENTO, A. M. Pomegranate extract inhibits *Staphylococcus aureus* growth and subsequent enterotoxin production. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausana, v. 96, n. 1-2, p. 335-339, 2005.

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

BURIEL, R. P.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 151-159, 2007.

CAMBICI. **Romã “made in Brazil”.** Anuário da Câmara Brasil Israel de Comércio e Indústria. p. 80-82. 2011.

CAMPOS, L. F. C.; ABREU, C. M.; GUIMARÃES, R. N.; SELEGUINI, A. Escarificação e ácido giberélico na emergência e crescimento de plântulas de biribá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1748-1754, 2015.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Germinação do básico ao aplicado. In: FERREIRA A. G.; BORGHETTI, F. **Embebição e Reativação do Metabolismo.** Editora Artmed, São Paulo, 2004. 323 p.

CARDOSO, G. D.; TAVARES, J. C.; FERREIRA, R. L. F.; CÂMARA, F. A. A.; CARMO, G. A. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo obtidas de sementes extraídas por fermentação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 639-642, 2001.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais.** Brasília: Abrates, 1993. p. 333-350.

CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SOARES, L. M. S. Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda*, L. produzidas em cinco densidades no viveiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 1, p. 23-29, 2007.

CARVALHO, M. A. F.; PAIVA, R.; VARGAS, D. P.; PORTO, J. M. P.; HERRERA, R. C.; STEIN, V. C. Germinação *in vitro* de *Passiflora gibertii* N. E. Brown com escarificação mecânica e ácido giberélico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1027-1032, 2012.

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

CATUNDA, P. H.; VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; POSSE, S. C. P. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 65-71, 2003.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Conservação de sementes de mamãozinho-deveado (*Jacaratia corumbensis* O. Kuntze - Caricaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 2, p. 68-72, 2007.

CHAVES, L. L. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Crescimento de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (angico -vermelho) em substrato fertilizado e inoculado com rizóbio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 911-919, 2006.

CHOW, Y. J.; LIN, C. H. p-Hydroxibenzoic acid the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. **Seed Science and Technology**, Zurique, v. 19, n. 1, p. 167-174, 1991.

CISNEIROS, R. A.; MATOS, V. P.; LEMOS, M. A.; REIS, O. V.; QUEIROZ, R. M. Qualidade fisiológica de sementes de araçazeiro durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 513-518, 2003.

COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, A. K.; DIÓGENES, F. P. Superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart Tul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 74-79, 2010.

COLPAS, F.T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; PASSOS, J. R. S. Effects of some phenolic compounds on soybean seed germination and on seed-borne Fungi. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 155-161, 2003.

COSTA, E.; DIAS, J. G.; LOPES, K. G.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Telas de Sombreamento e Substratos na Produção de Mudanças de *Dipteryx alata* Vog. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 3, p. 416-425, 2015.

DALASTRA, I. M.; PIO, R.; ENTELMANN, F. A.; WERLE, T.; ULIANA, M. B.; SCARPARE FILHO, J. A. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 641-645, 2010.

DANTAS, A. C. V. L.; QUEIROZ, J. M. O.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V. O. Effect of giberellic acid and the biostimulant stimulate[®] on the initial growth of tamarindo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 8-14, 2012.

DAS, A. K.; MANDAL, S. C.; BANERJEE, S. K.; SINHA, S.; DAS, J.; SAHA, B. P.; PAL, M. Studies on antidiarrhoeal activity of *Punica granatum* seed extract in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausana, v. 68, n. 1-3, p. 205-208, 1999.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Sementes florestais. In: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. p. 11-82.

DE CANDOLLE, A. **Origin of Cultivated Plants**. New York: Hafner Publishers Company, 1967. 468 p.

DIAS, D. C. F. S.; ESTANISLAU, W. T.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Influence of sarcotesta, moisture content and packaging material on papaya seed germination during storage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 37, n. 2, p. 372-382, 2009.

DIAS, M. A.; DIAS, D. C. F. S.; BORGES, E. E. L.; DIAS, L. A. S. Qualidade e compostos fenólicos em sementes de mamão alterados pela colheita e maturação dos frutos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 737-743, 2015.

DONADIO, L. C.; RUGGIERO, C. **Todafruta - Boletim Frutícola nº 05**. 2015. 7 p.

DONAZZOLO, J.; ORNELLAS, T. S.; BIZZOCCHI, L.; VILPERTE, V.; NODARI, R. O. O armazenamento refrigerado prolonga a viabilidade de sementes de goiabeira-serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 748-754, 2015.

DUARTE, D. M. **Qualidade fisiológica de sementes de sempre-viva *syngonanthus spp* submetidas a criopreservação**. 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2009.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; COSTA, J. O. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 65-71, 2012.

DUTTA, B. K.; RAHMAN, I.; DAS, T. K. Antifungal activity of Indian plant extracts. **Mycoses**, Berlim, v. 41, n. 11-12, p. 535-536, 1998.

EFRESH. Empowering Agriculture, Food Processing and Food Safety. **Pomegranate**. 2011. Disponível em: < <http://www.efreshglobal.com/eFresh/Content/eFresh.aspx?u=Pomegran>>. Acesso em: 30 mai. 2016.

EGHAREVBA, H. O.; KUNLE, O. F.; ILIYA, I.; ORJI, P. N.; ABDULLAHI, M. S.; OKWUTE, S. K.; OKOGUN, J. I. Phytochemical analysis and antimicrobial activity of *Punica granatum* L. (fruit bark and leaves). **New York Science Journal**, New York, v. 3, n. 12, p. 91-98, 2010.

EINHELLING, F. A.; SCHON, M. K.; RASMUSSEM, J. A. Sinergistic effects of four cinnamic acid compounds on grain sorghum. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 4, n. 1, p. 251- 258, 1982.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong.- Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 177-182, 1993.

EL-KASSAS, S. E.; EL-SESE, A. M.; EL-SALHY, A. M.; ABADÍA, A. A. Bearing habits in some pomegranate cultivars. **Journal Agricultural Science**, Assiut, v. 29, n. 1, p. 147-162, 1998.

EL-SHENNAWY, A.; ALI, E.; EL-KOMY, W.; FAHMY, Z.; EL-WAKEL, E. Evaluation of ponytail antiparasitic activity of pomegranate juice, peels and leaves against *Giardia lamblia*. **International Journal of Infectious Diseases**, Hamilton, v. 14, n. 2, p. S84, 2010.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 1995. 179 p.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

FARIAS, M. R. Avaliação da qualidade de matérias primas vegetais. In: SIMÕES, C. M. S.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Eds.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p. 197-220.

FERRAZ, R. A.; SOUZA, J. M. A.; SANTOS, A. M. F.; GONÇALVES, B. H. L.; REIS, L. L.; LEONEL, S. Efeitos de bioestimulante na emergência de plântulas de maracujazeiro ‘Roxinho do Kênia’. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1787-1792, 2014.

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

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

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

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L. A.; MORO, E. Germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander (maracujá doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e concentrações de ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.2 3, n. 1, p. 160-163, 2001.

FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A.; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B.; DETONI, A. M.; TESSER, S. M.; ANTUNES, A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 277-280, 2005.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Armazenamento de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 440-442, 2003.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã *Astrocaryum aculeatum*. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 141-146, 2006.

FISCHER, D. L. O.; ROSSAROLLA, M. D.; FISCHER, C.; OLIVEIRA, E. L.; GIACOBBO, C. L. Emergência de plântulas de porta-enxertos de pessegueiro submetidos a diferentes períodos de estratificação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 199-204, 2013.

- FISCHER, U. A.; CARLE, R. R.; KAMMERER, D. R. Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD–ESI/MSn. **Food Chemistry**, Barking, v. 127, n. 2, p. 807-821, 2011.
- FIRMINO, J. L.; ALMEIDA, M. C.; TORRES, S. B. Efeito da escarificação e da embebição sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de cajá (*Spondias lutea* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 125-128, 1997.
- FOGAÇA, L. A.; FERREIRA, G.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA₃) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) para a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 152-155, 2001.
- FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 297-303, 2003.
- FONT QUER, P. **Plantas medicinales**. 5 ed. El Dioscórides renovado. Barcelona: Labor S.A, 1993. 1033 p.
- FRAGA, L. **Os belos dotes da Wonderful**. 2013. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,ERT332208-18281,00.html>>. Acesso em: 31 maio 2016.
- 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**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 91-96, 2011.
- GERALDI JUNIOR, G. **Estudo da germinação de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) armazenado sob duas diferentes condições**. 1974. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, UNESP, Jaboticabal, 1974.
- GHAZOU, K.; KHENNOUF, S.; AMIRA, S.; GHARZOULI, A. Effects of aqueous extracts from *Quercus ilex* L. root bark, *Punica granatum* L. fruit peel and *Artemisia herba-alba* Asso leaves on ethanol-induced gastric damage in rats. **Phytotherapy Research**, Londres, v. 13, n. 1, p. 42-45, 1999.
- GHERARDI, E.; VALIO, J. M. Occurrence of promoting an inhibitory substance in the seed of *Carica papaya*. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v. 51, n. 1, p.1-14, 1976.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- GOMES, M. J. C.; PELISSALI, F.; SOUZA, M. N. T. B.; VIEIRA, C. V. Escarificação mecânica em sementes de *Morinda citrifolia* buscando acelerar o processo de germinação. **Scientific Electronic Archives**, Sinop, v. 3, p. 16-19, 2013.

GONZÁLEZ-MOLINA, E.; MORENO, D. A.; GARCÍA-VIGUERA, C. A new drink rich in healthy bioactives combining lemon and pomegranate juices. **Food Chemistry**, Barking, v. 115, n. 4, p. 1364-1372, 2009.

GRAHAM, S. A.; HALL, J.; SYTSMA, K.; SHI, S. Phylogenetic analysis of the Lythraceae based on four gene regions and morphology. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 166, n. 6, p. 995-1017, 2005.

GRAVE, F.; FRANCO, E. T. H.; PACHECO, J. P.; SANTOS, S. R. Crescimento de plantas jovens de açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 289-298, 2007.

GROVE, P.; GROVE, C. **Pomegranate**. 2008. Disponível em: <<http://www.menumagazine.co.uk/book/azpomegranate.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; JUNIOR DAVIES, F. T. **Plant propagation: principles and practices**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall. 1997. 770 p.

HAYOUNI, E. A.; MILED, K.; BOUBAKER, S.; BELLASFAR, Z.; ABEDRABBAD, M.; IWASKIE, H.; OKUE, H.; MATSUIE, T.; LIMAMA, F.; HAMDI, M. Hydroalcoholic extract based-ointment from *Punica granatum* L. peels with enhanced in vivo healing potential on dermal wounds. **Phytomedicine**, Stuttgart, v. 18, n. 11, p. 976-984, 2011.

HENDERSON, J. H. M.; NITSCH, J. P. Effect of certain phenolic acids on the elongation of *Avena* first internodes in the presence of auxin and tryptophan. **Nature**, Londres, v. 195, n. 4843, p. 780-782, 1962.

HERMANSEN, L. A. Pretreatments to overcome seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis*. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 28, n. 1, p. 581-595, 2000.

HOBBS, P. R.; OBENDORF, R. L. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 5, p. 664-667, 1972.

HOLLAND, D.; HATIB, K.; BAR-YA'AKOV, I. Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. **Horticultural Reviews**, New York, v. 35, n. 2, p. 127-191, 2009.

HOLLAND, D.; BAR-YA'AKOV, I. The Pomegranate: New Interest in an Ancient Fruit. **Chronica Horticulturae**, Leuven, v. 48, n. 3, p. 12-15, 2008.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20, n. 3, p. 547-560, 1992.

HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 115 p.

HUANG, Y.; SHI, S. Phylogenetics in the Lythraceae sensu lato: a preliminary analysis based on plastid rbcL and psaA-ycf3 spacer, and ITS of nrDNA sequences. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 163, p. 215-225, 2002.

HUMMER, K. E.; POMPER, K. W.; POSTMAN, J.; GRAHAM, C. J.; STOVER, E.; MERCURE, E. W.; ARADHYA, M.; CRISOSTO, C. H.; FERGUSON, L.; THOMPSON, M. M.; BYERS, P.; ZEE, F. Emerging Fruit Crops. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. **Fruit Breeding**. New York: Springer, v. 8, p. 97-147, 2012.

IBRAHIM, H.; OLADIRAN, J. A.; HABILA, J. The effects of sarcotesta and storage temperature on the longevity of seeds of five papaya (*Carica papaya*) landraces. **International Journal of Science and Nature**, Lucknow, v. 2, n. 4, p. 727-732, 2011.

INIFARMS. **Pomegranate Kimaye**. 2013. Disponível em: <<http://www.inifarms.com/pomegranate-kimaye.html>>. Acesso em: 30 mai. 2016.

JACOB JUNIOR, E. A.; MENEGHELLO, G. E.; MELO, P. T. B. S.; MAIA, M. S. Tratamentos para superação da dormência em sementes de cornichão anual. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 15-19, 2004.

JAFRI, M. A.; ASLAM, M.; JAVED, K.; SINGH, S. Effect of *Punica granatum* Linn. (flowers) on blood glucose level in normal and alloxaninduced diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausana, v. 70, n. 3, p. 309-314, 2000.

JARDINI, F. A. **Atividade dos compostos fenólicos antioxidantes da romã (*Punica granatum*, L) - avaliação *in vivo* e em cultura de células**. 2010. 93 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos Área Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

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

JOHANNINGSMEIER, S. D.; HARRIS, G. K. Pomegranate as a functional food and nutraceutical source. **Annual Reviews of Food Science and Technology**, Palo Alto, v. 2, n. 1, p. 181-201, 2011.

JURENKA, J. Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum*, L.): a review. **Alternative medicine Review**, Sandpoint, v. 13, n. 2, p. 128-144, 2008.

KAGEYAMA, P. Y.; SÁNCHEZ, S. P. A.; FERRAZ, E. M.; SOUZA, L. M. C. Armazenamento de sementes de três espécies nativas (*Tabebuia heptaphylla*, *Erythrina verna* e *Chorisia speciosa*). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 435-439, 1992.

KAUR, G.; JABBAR, Z.; ATHAR, M.; ALAM, M. S. *Punica granatum* (pomegranate) flower extract possesses potent antioxidant activity and abrogates Fe-NTA induced hepatotoxicity in mice. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 44, n. 7, p. 984-993, 2006.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 472 p.
KIKUCHI, K.; KOIZUMI, M.; ISHIDA, N.; HIROMI, K. Water uptake by dry beans observed by micro-magnetic resonance imaging. **Annals of Botany**, Londres, v. 98, p. 545-553, 2006.

- KOHOMA, S.; MALUF, A. M.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 72-78, 2006.
- KOSENKO, V. N. Palynomorphology of representatives of the family Punicaceae. **Botanicheskii Zhurnal**, Petersburg, v. 70, n. 1, p. 39-41, 1985.
- KUMAR, G. N. M. Pomegranate. In: NAGY, S.; SHAW, P. E.; WARDOWSKI, W. F. **Fruits of tropical and subtropical origin**. Florida Science Source, 1990, p. 328-347.
- KUSKOSKI, M.; ASUERO, A.; GARCÍA-PARILLA, M.; TRONCOSO, A.; FETT, R. Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 691-693, 2004.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima. 2000. 531 p.
- LANGLEY, P. Why a pomegranate? **British of Medicine Journal**, Londres, v. 321, n. 4, p. 1153-1154, 2000.
- LANSKY, E. P.; NEWMAN, R. A. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausana, v. 109, n. 2, p. 177-206, 2007.
- LARUE, J. H. 1980. **Growing pomegranates in California**. DANR publication leaflet 2459. Em Disponível em: : <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/crops/pomegranate_factsheet.shtml#b>. Acesso em: 1 set. 2006.
- LEITE, G. A.; CUNHA, P. S. C. F.; MENDONÇA, L. F. M.; MEDEIROS, P. V. Q.; MENDONÇA, V. Superação de dormência de sementes de Noni. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 120-128, 2012.
- LEMO, E. E. P.; CAVALCANTI, R. L. R. R.; CARRAZONI, A. A.; LOBO, T. M. Germinação de sementes de pinha submetidas a tratamentos para quebra de dormência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: SBF, 1988. v. 2, p. 675-678.
- LEVIN, G. M. Aspects of pomegranate culture in Turkmenistan. **Plant Genetic Resources Newsletter**, Roma, n. 102, p. 29-31, 1995.
- LEVIN, G. M. **Pomegranate roads**: a soviet botanist's exile from eden. In: BAER, B. L. (Ed.). Floreat Press: Forestville, CA. p. 15-183, 2006.
- LODHI, M. A. K. Germination and decreased growth of *Kochia scoparia* in relation to its antoallelopathy. **Canadian Journal Botanic**, Charlottetown, v. 57, p. 1083- 1088, 1982.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.

LOPES, P. S. N.; MAGALHÃES, H. M.; GOMES, J. G.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; ARAÚJO, V. D. Superação da dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câm.) utilizando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 872-880, 2009.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. In: LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. ***Punica granatum* L.** Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudo da Flora, 2002. p. 394-395.

MACLEAN, D.; MARTINO, K.; SHERM, H.; HORTON, D. Pomegranate Production. **University of Georgia Cooperative Extension Circular 997**, 2011. 12 p.

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

MALUF, A. M.; PISCIOTTANO-EREIO, W. A. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 707-714, 2005.

MANICA, I. **Romã (Frutas Nativas e Exóticas)**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2007. 90 p.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, É. F.; PÁDUA, É.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. In: _____. **Dormência de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 253-289.

MARS, M. **Pomegranate plant material**: genetic resources and breeding (review). In: I SYMPOSIUM INTERNACIONAL SOBRE EL GRANADO, 1., 1998. Disponível em: <<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a42/00600252.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de Palmito-Vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.

MATERECHERA, S. A.; SEEISO, T. M. Seed treatment to improve water imbibition and germination of pomegranate (*Punica granatum*). **Acta Horticulturae**, Haia, v. 979, p. 713-721, 2013.

MATITYAHUA, I.; MARCIANO, P.; HOLLANDB, D.; BEN-ARIEC, R.; AMIR, R. Differential effects of regular and controlled atmosphere storage on the quality of three cultivars of pomegranate (*Punica granatum* L.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 115, p. 132-141, 2015.

MELGAREJO, P. **El Granado**. Espanha: SPE3, 2012. 274 p. Documentos Poscosecha.
MELGAREJO, P.; SALAZAR, D. M. **El cultivo del granado**. Madri: AMV, Ediciones, 2001. 230 p.

MELO, A. P. C.; SELEGUINI, A. Estádio de maturação de frutos e remoção física da sarcotesta na produção de mudas de mamão. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n. 1, p. 20-25, 2013.

MELCHIOR, S. J.; CUSTÓDIO, C. C.; MARQUES, T. A.; MACHADO NETO, N. B. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. - Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 141-150, 2006.

MENA, P.; GIRONÉS-VILAPLANA, A.; MORENO, D. A.; GARCÍA-VIGUERA, C. Pomegranate Fruit for Health Promotion: Myths and Realities. **Functional Plant Science and Biotechnology**, Takamatsu, v. 5, n. 2, p. 33-42, 2011.

MERTENS-TALCOT, S. U.; JILMA-STOHLAWETZ, P.; RIOS, J.; HINGORANI, L.; DERENDORF, H. Absorption, metabolism and antioxidant effects of pomegranate (*Punica granatum*, L.) polyphenols after ingestion of a standardized extract in healthy human volunteers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, p. 8956-8961, 2006.

MIRDEHGHAN, S. H.; RAHEMI, M. Effects of hot water treatment on reducing chilling injury of pomegranate (*Punica granatum*) fruit during storage. **Acta Horticulturae**, Haia, v. 682, p. 887-892, 2005.

MOMBACH, T. C.; BORTOLINI, M. F. Germinação de sementes de jaracatiá. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUCPR, 18., 2010, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: PUCPR, 2010. Disponível em: <
<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/SEMIC18?dd1=4026&dd99=view>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

MORTON, J. F. **Fruits of warm climates**. Miami: FL, 1987. 517 p.

MOREIRAS, O.; CARBAJAL, Á.; CABRERA, L.; CUADRADO, C. **Tablas de composición de alimentos**. 16. ed. [S.l.]: Pirámide, 2013. 456 p.

MOUSAVINEJAD, G.; EMAM-DJOMEH, Z.; REZAEI, K.; KHODAPARAST, M. H. H. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. **Food Chemistry**, Londres, v. 115, n. 4, p. 1274-1278, 2009.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; AMARAL, W. A. N. Armazenamento de sementes de maracujá amarelo. **Revista brasileira de sementes**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 77-80, 1991.

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função da temperatura e do período de embebição das sementes. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 165-170, 2010.

- NEGI, P. S., JAYAPRAKASHA, G. K. Antioxidant and antibacterial activities of *Punica granatum* peel extracts. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 4, p. 1473-1477, 2003.
- NELSON, S. C. **Hawaiian noni seed processing and germination**. 2006. Disponível em: <<http://www.ctahr.hawaii.edu/noni/downloads/noniseeds.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- NERY, F. C. **Aspectos da germinação, armazenamento de sementes, crescimento inicial e anatomia de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess.** 2006. 173 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- NIETSCHKE, S.; PEREIRA, M. C. T.; NUNES, C. F.; CUNHA, L. M. V.; GONÇALVES, V. D.; MOTA, W. F.; SANTOS, F. A. Tratamentos físicos e químicos na emergência e no crescimento de plântulas de pinheira. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 411-416, 2005.
- OLIVEIRA, J. C.; SADER, R.; ZAMPIERI, R. A. Efeito da idade sobre a emergência e vigor de sementes de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 37-43, 1984.
- OLIVEIRA, L. M.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; ALVES, E. U.; SILVA, G. Z.; ANDRADE, A. P. Qualidade fisiológica de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 289-298, 2011.
- OLIVEIRA, L. P.; PINHEIRO, R. C.; VIEIRA, M. S.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F.; VALADARES, M. C. Atividade citotóxica e antiangiogênica de *Punica granatum* L., Punicaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 201-207, 2010.
- OLMEZ, Z.; TEME, F.; GOKTURK, A.; YAHYA OGLU, Z. Effects of sulphuric acid and cold stratification pretreatments on germination of pomegranate (*Punica granatum* L.) seeds. **Asian Journal of Plant Sciences**, Deira, v. 6, n. 2, p. 427-430, 2007.
- OMAIAA. **Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares**. 2006. Disponível em: <http://www.observatorioagricola.pt/item.asp?id_item=118>. Acesso em: 30 maio, 2016.
- OPARA, L. U.; AL-ANI, M. R.; AL-SHUAIBI, Y. S. Physico-chemical properties, vitamin C content and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). **Food and Bioprocess Technology**, New York, v. 2, n. 3, p. 315-321, 2009.
- PÁDUA, J. G.; SCHWINGEL, L. C.; MUNDIM, R. C.; SALOMÃO, A. N.; ROVERIJOSÉ, S. C. B. Germinação de sementes de *Passiflora setacea* e dormência induzida pelo armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 80-85, 2011.
- PANTHAKY, R. G. N. **Significance of pomegranate tree in our religion**. 2006. Disponível em: <<http://tenets.zoroastrianism.com/pomen33.html>>. Acesso em: 31 maio 2016.
- PECHE, P. M.; BARBOSA, C. M. A.; PIO, R.; SOUSA, P. H. A.; VALLE, M. H. Estratificação das sementes, ácido giberélico e temperatura na obtenção de porta-enxertos de caquizeiros. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 387-392, 2016.

- PEREIRA, C. J.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; CALDEIRA, M. V. W.; SANTOS, E. M. Produção de biomassa em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. No Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 521-526, 1997.
- PEREZ, A.; REYES, M. N.; CUEVAS, J. Germination of two Papaya varieties. Effect of seed aeration, K-treatment, removing of the sarcotesta, high temperature, soaking in distilled water and age of seed. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 64, n. 2, p. 173-180, 1980.
- PICOLOTTO, L.; SCHUCH, M.; SOUZA, J. A.; SILVA, L. C.; FERRI, J.; FACHINELLO, J. C. Efeito do hipoclorito de sódio, fotoperíodo e temperatura no estabelecimento *in vitro* de jabuticabeira. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 19-23, 2007.
- PINTO JÚNIOR, A. S.; GUIMARÃES, V. F.; DRANSKI, J. A. L.; STEINER, F.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 636-643, 2012.
- PINTO, J. E. B.; LAMEIRA, A. O. **Micropropagação e metabólitos secundários *in vitro* de plantas medicinais**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2001. 102 p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- PRADO NETO, M.; DANTAS, A. C. V. L.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V. O. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embrição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 693-698, 2007.
- PRASHANTH, D.; ASHA, M. K.; AMIT, A. Antibacterial activity of *Punica granatum*. **Fitoterapia**, Milão, v. 72, n. 2, p. 171-173, 2001.
- PROMPROM, W.; KUPITTAYANANT, P.; INDRAPICHATE, K.; WRAY, S.; KUPITTAYANANT, S. The effects of pomegranate seed extract and beta-sitosterol on rat uterine contractions. **Reproductive Sciences**, Thousand Oaks, v. 17, n. 3, p. 288-296, 2010.
- PUROHIT, A. G. Flower induction in deciduous pomegranate in tropics. **Science and Culture**, Calcutta, n. 48, p. 146-147, 1982.
- RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam**. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 80 p.
- ROBERT, P.; GORENA, T.; ROMERO, N.; SEPULVEDA, E.; CHAVEZ, J. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 45, n. 7, p. 1386-1394, 2010.
- RODRIGUES, A. P. A. C.; OLIVEIRA, A. K. M.; LAURA, V. A.; YAMAMOTO, C. R.; CHERMOUTH, K. S.; FREITAS, M. H. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 617-623, 2009.

RODRIGUES, J. K.; MENDONÇA, M. S.; GENTIL, D. F. O. Efeito da temperatura, extração e embebição de sementes na germinação de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 857-865, 2014.

ROSA, S. G. T. **Germinação de sementes de espécies medicinais da flora do Rio Grande do Sul**. 2000. 203 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

ROSSETTO, C. A. V.; CONEGLIAN, R. C. C.; NAKAGAWA, J.; SHIMIZU, M. K.; MARIN, V. A. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 247-252, 2000.

RUBIO NETO, A.; SILVA, F. G.; SALES, J. F., REIS, E. F.; SILVA, L. Q.; CAMPOS, R. C. Dormancy breaking in macaw palm [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] seeds. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 36, n. 1, p. 43-50, 2014.

SALGADO, J. M.; FERREIRA, T. R. B.; BIAZOTTO, F. O.; DIAS, C. T. S. Increased antioxidant content in juice enriched with dried extract of pomegranate (*Punica granatum*) peel. **Plants Food for Human Nutrition**, New York, v. 67, n. 1, p. 39-43, 2012.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4. ed. Califórnia: Wadsworth, 1992. 682 p.

SAMAD, I. M. A.; PEARCE, R.S. Leaching of ions, organic molecules, and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogea* L.) imbibing without testa or with intact testa. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 29, n. 112, p. 1471-1478, 1978.

SÁNCHEZ-MONGE, E. **Fitogenética (mejora de plantas)**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias - Ministerio de Agricultura. 1974. 456 p.

SANGAKKARA, U. R. Influence of seed ripeness, sarcotesta, drying and storage on germinability of papaya (*Carica papaya* L.) seed. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, Serdang, v. 18, n. 3, p. 193-199, 1995.

SANTOS, A. C. S. **Efeito da alta pressão hidrostática em sementes de *Carica papaya***. 2013. 108 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA F. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SANTOS, F. C.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; REZENDE, J. C.; SANTOS, F. C.; VILLA, F. Micropropagação do maracujazeiro-do-sono. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 112-117, 2010.

SÃO JOSÉ, A. R. **Influência do método de extração na qualidade fisiológica de sementes de maracujazeiro amarelo. (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.)**. 1987. 87 f.

Diseertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1987.

SAS. STATISTICAL ANALYSIS SOFTWARE versão 9.4. (SAS Inst., Cary: SAS. Estados Unidos).

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F.; FLORENCIO, D. K. A. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 179-185, 2006.

SCALON, S. P. Q.; OSHIRO, A. M.; MASETTO, T. E.; DRESCH, D. M. Conservation of *Campomanesia adamantium* (CAMB.) O. berg seeds in different packaging and at varied temperatures. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 262-269, 2013.

SCHUBERT, S.Y.; LANSKI, E.P.; NEEMAN, I. Antioxidant and eicosanoid anzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausana, v. 66, n. 1, p. 11-17, 1999.

SHALIMU, D.; LI, K.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; LIU, Y. Seed Germination Biology of Four Pomegranate (*Punica granatum*) Cultivars from Xinjiang, China. **Hortscience**, Alexandria, v. 50, n. 6, p. 826-829, 2015.

SHARMA, S. D.; SHARMA, V. K. Variation for chemical characters in some promising strains of wild pomegranate (*Punica granatum* L.). **Euphytica**, Wageningen, v. 49, n. 2, p. 131-133, 1990.

SHILIKINA, I. A. On the xylem anatomy of the genus *Punica* L. **Botanicheskii Zhurnal**, Petersburg, v. 58, p. 1628-1630, 1973.

SILVA, A.; PEREZ, S. C. J. G. A.; PAULA, R. C. Qualidade fisiológica de sementes de *Psidium cattleianum* Sabine acondicionadas e armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 197-206, 2011.

SILVA, J. A. T.; RANAC, T. S.; NARZARYD, D.; VERMAE, N.; MESHRAMF, D. T.; RANADE, S. A. Pomegranate biology and biotechnology: A review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 160, p. 85-107, 2013a.

SILVA, L. M. M. **Protocolos de criopreservação de sementes de romã e juá**. 2013. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

SILVA, L. M. M.; MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M. Teor de água limite para criopreservação de sementes de romã (*Punica granatum* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 313-321, 2015.

SILVA, R. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; ANDREAZZA, R. Efeito da inoculação com fungos ectomicorrizicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solos arenosos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 33-34, 2002.

SILVA, R. F. Extração de sementes de frutos carnosos. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Ed.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 458-484.

SILVA, S. D. A.; ÁVILA, D. T.; AIRES, R. F.; OLIVEIRA, R. J. P.; EICHOLZ, É. D. **Métodos de propagação de tungue (*Aleurites fordii*)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013b. 28 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.

SINGH, D. B.; SAMADIA, D. K.; KINGSLY, A. R. P. Conservation, characterization and evaluation of pomegranate germplasm under arid ecosystem of India. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POMEGRANATE AND MINOR MEDITERRANEAN FRUITS, 1., 2006, Adana, Turkey. **Abstracts...** Adana: [S.n.], 2006. p. 15.

SOUSA, H. U.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; FERREIRA, E. A. Efeito do ácido giberélico sobre a germinação de sementes de porta-enxertos cítricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 496-499, 2002.

SOUSA, S. A. **Cultura da Pinheira: caracterização de frutos, germinação e atributos de qualidade requeridos pelo sistema de comercialização**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2005.

STENZEL, N. M. C.; MURATA, I. M.; NEVES, C. S. V. J. Superação da dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 305-308, 2003.

STILL, D. W. Pomegranates: a botanical perspective. In: SEERAM, N. P.; SCHUMAN, N. R.; HERBER, D. (Ed.). **Pomegranates-ancient roots to modern medicine**. New York: CRC Press, 2006. p. 199-203.

STOVER, E.; MERCURE, E. W. The Pomegranate: A New Look at the Fruit of Paradise. **HortScience**, Alexandria, v. 42, n. 5, p. 1088-1092, 2007.

SUMNER, M. D.; ELLIOTT-ELLER, M.; WEIDNER, G.; DAUBENMIER, J. J.; CHEW, M. H.; MARLIN, R. Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. **Journal of Cardiology**, Ontario, v. 96, n. 6, p. 810-814, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TAKAKI, M.; DIETRICH, S. M. C.; FURTADO, J. S. Anatomical changes in the hard endosperm of gibberellic acid treated coffee seeds during germination. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 2, p. 103-106, 1979.

TAKATA, W.; SILVA, E. G.; CORSATO, J. M.; FERREIRA, G. Germinação de sementes de romãzeiras (*Punica granatum* L.) de acordo com a concentração de giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 254-260, 2014.

TERAKAMI, S.; MATSUTA, N.; YAMAMOTO, T.; SUGAYA, S.; GEMMA, H.; SOEJIMA, J. Agrobacterium - mediated transformation of the dwarf pomegranate (*Punica granatum* L. var. Nana). **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 26, n. 8, p. 1243-1251, 2007.

THAI, Y. T. Storage of passion fruits (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) seeds. **Malays Agriculture Journal**, Bangi, v. 51, n. 1, p. 18-23, 1977.

TOI, M.; BANDO, H.; RAMACHANDRAN, C.; MELNICK, S. J.; IMAI, A.; FIFE, R. S.; CARR, R. E.; OIKAWA, T.; LANSKY, E. P. Preliminary studies on the anti-angiogenic potential of pomegranate fractions *in vitro* and *in vivo*. **Angiogenesis**, Londres, v. 6, n. 2, p. 121-128, 2003.

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**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 180-188, 2007.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 224 p.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.

TRAPAIÐZE, T. G.; ABULADZE, L. S. H. Pomegranate cultivars resistant to cracking. **Subtropicheskie Kultury**, Lenina, n. 2, p. 95-97, 1989.

VAVILOV, N. I. Studies on the origin of cultivated plants. **Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding**, Leningrad, v. 14, p. 1-245, 1926.

VIGGIANO, J. R.; VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; ARAUJO, E. F.; VIANA, A. P. Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função do teor de água, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 279-287, 2000.

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

VIEIRA, F. A.; GUSMÃO, E. Efeitos de giberelinas, fungicidas e do armazenamento na germinação de sementes de *Genipa americana* L. (Rubiaceae). **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 137-144, 2006.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 218 p.

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

ZENK, M. H.; MULLER, G. *In vivo* destruction of exogenously applied indolyl-3-acetic acid as influenced by naturally occurring phenolic acids. **Nature**, Londres, v. 200, n. 4908, p. 761-763, 1963.

WAGNER JÚNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIROS, J. R. S.; PARIZZOTTO, A.; BRUCKNER, C. H. Influência da escarificação e do tempo de embebição das sementes sobre a germinação de maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 301, p. 369-378, 2005.

WAGNER JÚNIOR, A.; NERES, C. R. L.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; DINIZ, E. R.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Substratos na formação de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 308, p. 439-445, 2006.

WANG, C. Y.; SHI, L. L.; FAN, L. T.; DING, Y. F.; ZHAO, S.; LIU, Y.; MA, C. Optimization of extraction and enrichment of phenolics from pomegranate (*Punica granatum* L.) leaves. **Industrial Crops and Products**, Chicago, v. 42, p. 587-594, 2013.

WEAVER, R. J. **Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura**. 5. ed. Mexico: Trillas, 1987. 622 p.

WERKMAN, C.; GRANATO, D. C.; KERBAUY, W. D.; SAMPAIO, F. C.; BRANDÃO, A. A. H.; RODE, S. M. Aplicações terapêuticas da *Punica granatum* L. (romã). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 104-111, 2008.