

Tratamentos pré-germinativos e padrão de absorção de água em sementes de vinagreira

Pre-germination treatments and pattern of water absorption in vinegar seeds

Tratamientos pregerminativos y patrones de absorción de agua en semillas de vinagre

DOI: 10.34188/bjaerv7n1-036

Submitted: Feb 01st, 2024

Approved: Feb 19th, 2024

José Victor Maurício de Jesus

Doutorando em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Escola de Ciências Agrárias de Lavras (ESAL), Universidade Federal de Lavras
Lavras, MG. Brasil
E-mail: vic.tor123mauricio@gmail.com

Hemelyn Soares Magalhães

Doutoranda em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Escola de Ciências Agrárias de Lavras (ESAL), Universidade Federal de Lavras
Lavras, MG. Brasil
E-mail: hemelynm@gmail.com

Aldenir Teixeira da Gama

Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),
Instituto de Ciências Agrárias (ICA) Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros, MG. Brasil
E-mail: aldenirteixeiradagama@gmail.com

Josiane Cordeiro dos Santos

Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),
Instituto de Ciências Agrárias (ICA) Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros, MG. Brasil
E-mail: josysann@yahoo.com.br

Delacyr da Silva Brandão Júnior

Professor titular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),
Instituição: Instituto de Ciências Agrárias (ICA) Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros, MG. Brasil
E-mail: dsbrandaojr@ica.ufmg.br

RESUMO

A vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) é uma planta rústica, amplamente utilizada para fins alimentícios, medicinais e ornamentais. Há uma dificuldade na produção de mudas de vinagreira devido à dormência tegumentar de suas sementes e, portanto, a aplicação de tratamentos pré-germinativos pode promover uma germinação satisfatória. Assim, objetivou-se avaliar o comportamento germinativo e verificar a influência da aplicação de tratamentos pré-germinativos

de ação química e mecânica, para superação da dormência de sementes da espécie. Realizou-se a coleta de dados de biometria, determinando o tamanho, a forma e o grau de achatamento. Em esquema fatorial 2 X 3, realizou-se a curva de absorção de água sendo três métodos de escarificações da semente (química – 5 min H₂SO₄; mecânica - lixa e não escarificada - testemunha) com duas classes de sementes (vivas e mortas) e por fim, realizou-se o teste padrão de germinação em delineamento inteiramente casualizado com quatro subamostras de 50 sementes. Os tratamentos consistiram em diferentes tempos de imersão das sementes no ácido sulfúrico: zero (testemunha); 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 minutos. O método de escarificação mecânica baseou-se em lixar as sementes na extremidade oposta ao eixo embrionário. Foram avaliados o índice de velocidade de germinação, primeira contagem de plântulas, porcentagem de germinação e a porcentagem de sementes mortas ou dormentes e de sementes duras. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott Knott a 5 % de probabilidade. Sementes de *Hibiscus sabdariffa* submetidas a escarificação (química ou mecânica), seguem o padrão trifásico de absorção de água, tendo o encerramento da fase I e início da fase II após 4 horas de embebição, o fim da fase II e início da fase III, após 12 horas de embebição. Sementes recém-colhidas apresentam dormência física, sendo imprescindível a aplicação de tratamentos pré-germinativos para incremento da germinação e vigor. A escarificação química de 7,5 min no ácido sulfúrico e a escarificação mecânica manual (lixa) são alternativas promissoras para aumentar a taxa e a uniformidade de germinação na espécie.

Palavras-chave: *Hibiscus sabdariffa* L., dormência, germinação, embebição, Malvaceae.

ABSTRACT

The roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) is a hardy plant, widely used for food, medicinal, and ornamental purposes. There is a difficulty in producing roselle seedlings due to the seed coat dormancy, and thus the application of pre-germination treatments can promote satisfactory germination. Therefore, the objective was to evaluate the germination behavior and assess the influence of pre-germination treatments of chemical and mechanical action to overcome the seed dormancy of the species. Biometric data were collected, determining size, shape, and degree of flattening. In a 2 X 3 factorial scheme, the water absorption curve was performed with three methods of seed scarification (chemical - 5 min H₂SO₄; mechanical - sandpaper; and non-scarified - control) with two seed classes (viable and dead), and finally, the standard germination test was conducted in a completely randomized design with four subsamples of 50 seeds each. The treatments consisted of different immersion times of the seeds in sulfuric acid: zero (control); 2.5; 5.0; 7.5; and 10.0 minutes. The mechanical scarification method involved sanding the seeds on the opposite end to the embryonic axis. The germination speed index, first seedling count, germination percentage, percentage of dead or dormant seeds, and hard seeds were evaluated. The data were subjected to analysis of variance, and the means were compared by the Scott Knott test at 5% probability. *Hibiscus sabdariffa* seeds subjected to scarification (chemical or mechanical) follow the triphasic water absorption pattern, with the end of phase I and beginning of phase II after 4 hours of imbibition, and the end of phase II and beginning of phase III after 12 hours of imbibition. Newly harvested seeds exhibit physical dormancy, making it essential to apply pre-germination treatments to increase germination and vigor. chemical scarification for 7.5 minutes in sulfuric acid and manual mechanical scarification (sandpaper) are promising alternatives to increase the rate and uniformity of germination in the species.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa* L., dormancy, germination, imbibition, Malvaceae.

RESUMEN

La vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) es una planta resistente ampliamente utilizada con fines alimentarios, medicinales y ornamentales. Existen dificultades para producir plántulas de vinagreira debido a la latencia tegumentaria de sus semillas y, por ello, la aplicación de tratamientos

pregerminativos puede promover una germinación satisfactoria. El objetivo fue, por lo tanto, evaluar el comportamiento germinativo y verificar la influencia de los tratamientos pregerminativos químicos y mecánicos en la superación de la dormancia de las semillas. Se recogieron datos biométricos, determinando el tamaño, la forma y el grado de aplanamiento. En un diseño factorial 2 X 3, se llevó a cabo la curva de absorción de agua utilizando tres métodos de escarificación de semillas (químico - 5 min H₂SO₄; mecánico - papel de lija y no escarificado - control) con dos clases de semillas (vivas y muertas) y, por último, se realizó la prueba de germinación estándar en un diseño completamente aleatorizado con cuatro submuestras de 50 semillas. Los tratamientos consistieron en diferentes tiempos de inmersión de las semillas en ácido sulfúrico: cero (control); 2,5; 5,0; 7,5 y 10,0 minutos. El método de escarificación mecánica se basó en el lijado de las semillas por el extremo opuesto al eje embrionario. Se evaluaron el índice de velocidad de germinación, el recuento de primeras plántulas, el porcentaje de germinación y el porcentaje de semillas muertas o latentes y de semillas duras. Los datos se analizaron por varianza y las medias se compararon mediante la prueba de Scott Knott al 5% de probabilidad. Las semillas de *Hibiscus sabdariffa* sometidas a escarificación (química o mecánica) siguen un patrón trifásico de absorción de agua, en el que la fase I finaliza y la fase II comienza tras 4 horas de remojo, y la fase II finaliza y la fase III comienza tras 12 horas de remojo. Las semillas recién cosechadas tienen latencia física, por lo que es esencial aplicar tratamientos pregerminativos para aumentar la germinación y el vigor. La escarificación química de 7,5 min en ácido sulfúrico y la escarificación mecánica manual (lija) son alternativas prometedoras para aumentar la tasa y uniformidad de germinación en la especie.

Palabras clave: *Hibiscus sabdariffa* L., latencia, germinación, remojo, Malvaceae.

1 INTRODUÇÃO

Cultivada de Norte a Sul no Brasil e amplamente utilizada para fins ornamentais, medicinais e alimentícios, a vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) é uma das espécies pouco exploradas comercialmente no país, mas com grande aptidão para integrar a cadeia produtiva de hortaliças em todo o território nacional. (Melo, 2007; Brasil, 2010). A espécie é rica em vitaminas A e B1, sais minerais e aminoácidos (Brasil, 2010) e conforme apresentam Castro et al. (2004), está entre as cem espécies de maior interesse pelas indústrias farmacêuticas, por apresentar atividade eficaz como calmante, antiescorbútico, diurético, laxante e estomáquico.

A via principal de propagação da vinagreira é pelas sementes e assim como em várias espécies da família malvaceae, a dormência tegumentar, caracterizada pela dureza e impermeabilidade do tegumento, impedindo a entrada de substâncias essenciais ao processo germinativo (Toledo; Marcos Filho, 1977; Amaro *et al.*, 2013), representa uma limitação na produção de mudas.

Além da dormência representar um entrave no cultivo em larga escala da vinagreira, Fontanetti *et al.* (2004) destacam que a limitação da produção comercial se deve aos poucos estudos agrônômicos relacionados a espécie de interesse. Estes por sua vez, são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento da cultura, podendo proporcionar ganhos, no que diz respeito às

tecnologias de cultivo. É fato que, uma emergência rápida e uniforme é importante, visto que permite a obtenção de estandes adequados, com plantas bem desenvolvidas, refletindo em ganhos positivos na produtividade da cultura (Mendes *et al.*, 2009).

Neste contexto, Amaro *et al.* (2019) ressaltam que o crescente interesse pela cultura da vinagreira tem aumentado a demanda por sementes de boa qualidade. Porém, por ainda se tratar de uma espécie pouco explorada, há dificuldades na realização de procedimentos em análise de sementes, principalmente devido à falta de informações e metodologias sobre a espécie no principal manual de análise de sementes do país - Regras para Análise de Sementes (RAS).

Diante do grande potencial de usos da espécie e pelo crescente interesse ornamental, industrial e alimentício é necessário estudos e pesquisas e sobre o cultivo da vinagreira, sobretudo, visando melhorar suas condições de propagação, sendo, portanto, de fundamental importância a criação de novas metodologias e adequação das já existentes para a superação da dormência das sementes. Deste modo, objetivou-se, por meio do presente trabalho, caracterizar a curva de absorção de água e fornecer informações sobre o comportamento germinativo de sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. submetidas a tratamentos pré-germinativos de ação química e mecânica, visando subsidiar informações sobre a propagação da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Campus Montes Claros, Minas Gerais, sob as coordenadas 16°40'52''S e 43°50'25''W. De acordo com a classificação de Köppen e Geiger, o clima predominante na região corresponde ao tipo Aw, tropical, com altas temperaturas ao longo do ano e chuvas concentradas no verão (Firmo *et al.*, 2019). Frutos completamente secos foram coletados do Horto Medicinal da Universidade, colocados em recipiente plástico, conduzidos ao laboratório, para extração das sementes e beneficiamento das mesmas, com retirada das impurezas, sementes chochas, mal-formadas e atacadas por insetos.

Quatro repetições de 50 sementes foram submetidas ao teste de umidade, utilizando o método padrão de estufa a 105°± durante 24 horas, conforme e as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para caracterizar o material de estudo, realizou-se a coleta de dados de biometria, obtidos a partir de frutos escolhidos ao acaso, selecionando um total de 100 sementes. Com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, foram mensurados o comprimento (C), medido do ápice a base; a largura (L) e a espessura (E), medidas tomadas da região mediana das sementes. Para a análise dos dados biométricos foi realizada a distribuição de frequência e as características quantitativas foram submetidas à análise descritiva.

A forma da semente foi determinada conforme a metodologia proposta por Puerta- Romero (1961), em que o formato (coeficiente J) é calculado pela relação entre o comprimento e a largura ($J=C/L$), e o grau de achatamento (H) é dado pela relação entre a espessura e a largura ($H=E/L$). Já a classificação quanto ao tamanho foi definida por meio do peso de 100 sementes.

Antes da exposição aos tratamentos pré-germinativos, foram agrupadas 200 sementes para o procedimento de assepsia. Foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2%, diluída em água destilada, e mantidas durante 5 minutos em agitação. Após a desinfestação das sementes, foram realizados diferentes tratamentos pré-germinativos, constituídos pelo: T1 – testemunha (sem tratamento pré-germinativo); T2 – 2,5 min no Ácido Sulfúrico; T3 – 5 min no Ácido Sulfúrico; T4 – 7,5 min no ácido Sulfúrico; T5 – 10 min no Ácido Sulfúrico e T6 - Escarificação Mecânica. A escarificação química está representada pelos diferentes tempos no ácido sulfúrico (H_2SO_4) e a escarificação mecânica consistiu em lixar o lado oposto do eixo embrionário de cada semente, até a exposição parcial do cotilédono.

Em delineamento inteiramente casualizado (DIC), realizou-se o teste padrão de germinação. As sementes foram separadas em 4 repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento, e dispostas em caixas do tipo gerbox preenchidas com papel mata-borrão, sendo a quantidade de água referente a 2,5 vezes o peso do papel (BRASIL, 2009). Avaliou-se o índice de Velocidade de Germinação (IVG) conforme metodologia de Maguire (1962), primeira contagem do número de plântulas normais, porcentagem de germinação (considerando o número total de plântulas normais, sendo aquelas que apresentaram expansão foliar e, esporadicamente, desenvolvimento de raízes secundárias), número de sementes mortas ou dormentes e o número de sementes duras. A primeira contagem de germinação ocorreu no 7º dia e a contagem final no 14º dia. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott Knott a 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico R.

Para a avaliação da curva de absorção de água o experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 X 3, sendo três métodos de escarificações da semente (química – 5 min H_2SO_4 ; mecânica – Lixa nº 80 e não escarificada -testemunha) com duas classes de sementes (vivas e mortas), em 29 períodos de embebição e quatro repetições de 50 sementes por parcela. Para obtenção das sementes mortas, realizou-se a autoclavagem das sementes vivas, de cada tratamento por período de 20 minutos, na temperatura de 121 °C e pressão constante.

As sementes vivas e mortas, de cada método de escarificação, foram pesadas, utilizando balança analítica de precisão, e, posteriormente, acondicionadas em recipientes com 100 mL de água destilada em câmaras de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), com temperatura constante de 25° C e presença de fotoperíodo constante. Após intervalos de tempo

predeterminados (a cada 1 hora no primeiro dia; e a cada 24 horas de embebição, até o quinto dia) as sementes foram retiradas da água, pesadas novamente para a determinação do seu peso. Ao longo das avaliações, as sementes foram removidas dos recipientes com água e secas superficialmente, de maneira criteriosa, com o auxílio de papel toalha. Posteriormente, pesadas em balança digital com precisão de 0,001g e colocadas novamente para embeber.

Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando-se o Teste F a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, foram ajustadas equações de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 BIOMETRIA

A análise descritiva geral para as características biométricas analisadas nas sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. está apresentada na Tabela 1.

Os dados biométricos revelam que os valores de comprimento, largura e espessura das sementes variaram de 2,49 a 3,62 mm; 2,02 a 3,21 mm e 1,10 a 1,76 mm, respectivamente. A partir da análise dos dados obtidos, é possível verificar que os valores de média e mediana foram semelhantes, e, a assimetria e a curtose apresentaram valores próximos de zero, indicando, portanto, uma aproximação dos dados a distribuição normal. Além disso, verifica-se que o coeficiente de variação dos parâmetros avaliados variou de 7,36% a 9,11 indicando baixa heterogeneidade dos dados. Ademais, verificou-se que sementes de vinagreira são achatadas, de formato reniforme, apresentando tegumento de coloração marrom e textura áspera.

Tabela 1 – Parâmetros relacionados às características biométricas de sementes de *H. sabdariffa* L.

	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Média	2,99 (0,02)	2,46 (0,02)	1,52 (0,01)
Máximo	3,62	3,21	1,76
Mínimo	2,49	2,02	1,1
Mediana	3	2,435	1,52
Curtose	0,11	0,88	1,76
Assimetria	0,31	0,67	-0,71
Desvio padrão	0,22	0,22	0,11
CV (%)	7,45	9,11	7,36

(): Erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

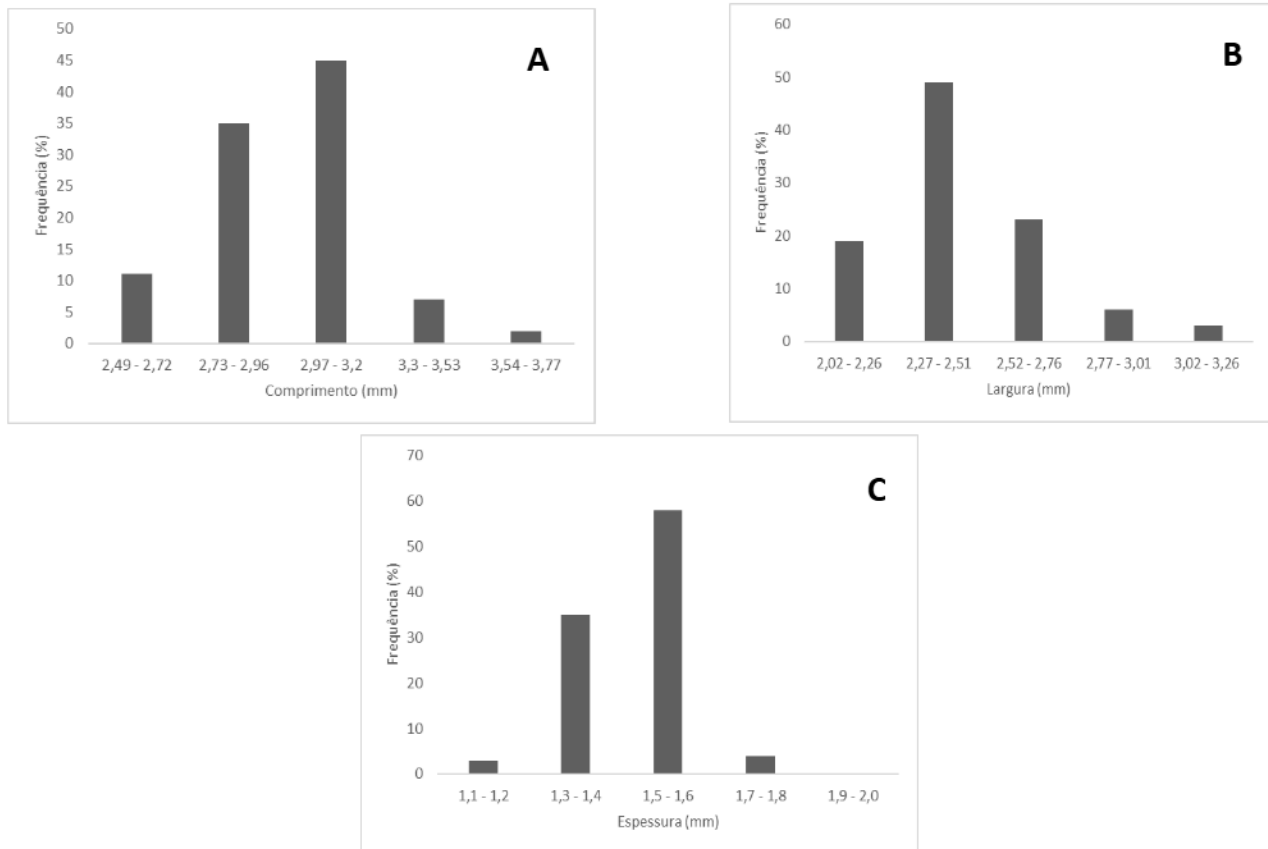
Em trabalho realizado no estado do Pará, região norte do Brasil, buscando avaliar a biometria de sementes de *Hibiscus sabdariffa* L., foram observados resultados diferentes aos encontrados no presente trabalho, com largura, comprimento e espessura máximos de 5,29 mm, 4,63 mm e 2,71 mm respectivamente (Sobrinho *et al.*, 2020). Ao contrastar os valores encontrados com as localizações de coleta (Pará e Minas Gerais), verifica-se que são duas regiões com características bastante distintas, seja pelo regime pluviométrico e fotoperíodo, demonstrando que a morfologia, de maneira geral, pode ser influenciada pelas condições edafoclimáticas de cada local de cultivo. A influência das condições ambientais no tamanho das sementes é rotineiramente discutida por pesquisadores. Comparando análises biométricas de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul., Silva *et al.* (2017), encontraram diferenças nos resultados da biometria de sementes coletadas no estado do Rio Grande do Norte e no estado da Bahia, local de condução do estudo. De acordo com os autores, a diferença no tamanho das sementes dentro de uma mesma espécie pode estar ligada ao ambiente no qual planta mãe está estabelecida. Se durante o período de formação e desenvolvimento da semente os recursos necessários (água, radiação solar e nutrientes) forem escassos, a planta mãe provavelmente dará origem a sementes heterogêneas com os mais variados padrões morfológicos, não possuindo uniformidade em seus tamanhos, ou seja, afeta diretamente a granação de sementes no seu respectivo fruto.

Ao analisar a distribuição de frequência (Figuras 1A, 1B e 1C) e considerando as médias encontradas de 2,99 mm; 2,46 mm e 1,52 mm, para comprimento, largura e espessura, respectivamente, observou-se uma tendência destes valores estarem concentrados nas classes centrais.

Para o comprimento (Figura 1A), verifica-se a classe de 2,97 a 3,2 mm corresponde por 45% das sementes mensuradas. Na largura (Figura 1B), a classe de 2,27 a 2,51 mm concentra 49% das sementes, e desta forma, é a classe mais representativa do parâmetro analisado. Para a espessura, as sementes se concentraram nas classes de 1,3 a 1,4 mm e 1,5 a 1,6 mm, que juntas, agruparam 93% das sementes.

As características físicas das sementes são importantes parâmetros que podem possuir relação direta com a germinação das espécies. Neste contexto, Alves *et al.* (2005), destacam que a classificação das sementes por tamanho, para determinação da qualidade fisiológica, é um importante processo para propagação de diversas espécies de plantas.

Figura 1. Classes e distribuição de frequência do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. coletadas em Montes Claros, MG.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Com o intuito de verificar o efeito do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth sobre a germinação e o vigor, os autores, por meio de análises biométricas, verificaram que o vigor das sementes apresentou relação direta com o seu tamanho, justificando, portanto, a adoção de classes de tamanho para a obtenção de sucesso na formação de mudas. Silva *et. al.* (2010) trabalhando com sementes de *Artocarpus heterophyllus* Lam., verificaram que o tamanho das sementes influenciou, de forma considerável, na porcentagem de germinação. O trabalho dos pesquisadores revela que a classe de sementes pequenas, apresentou a menor porcentagem de germinação e de vigor, em detrimento das classes de sementes médias, grandes e extragrandes.

Uma das explicações para a relação entre tamanho e vigor de sementes pode estar associado a questões morfológicas e fisiológicas durante o processo de formação. Carvalho e Nakagawa (2012) esclarecem que sementes de maiores dimensões, receberam melhores condições de nutrição durante o seu desenvolvimento, possuindo, desta forma, embrião bem formado e com maior quantidade de substâncias de reserva sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas.

Por meio do peso de 100 sementes, verificou-se que sementes de vinagreira podem ser classificadas como pequenas (3,9 g). Quanto a forma e ao grau de achatamento, os coeficientes J

(1,21 mm) e H (0,61 mm), revelam que as sementes são esféricas (1,16 a 1,42 mm) e achatadas (<0,69 mm).

Com relação ao teor de água, as sementes apresentaram grau de umidade inicial de 11,04%. O valor encontrado no presente trabalho é próximo ao valor encontrado por Sobrinho *et al.* (2020), que ao submeter as sementes de vinagreira pelo método de estufa, encontraramo valor de 9,28%. A importância da determinação do grau de umidade reside no fato de que baixos teores, em determinados casos, podem influenciar negativamente na germinação, podendo causar a morte do embrião. Por outro lado, o alto teor de água pode afetar a qualidade da semente não só no período de armazenamento, mas também durante as operações de beneficiamento, dificultando o manejo (Carvalho e Nakagawa, 2012; Sarmiento *et al.*, 2015). Considerando os aspectos de armazenamento de sementes, Bragantini (2005), preconiza que o teor de água considerado ideal para colheita, armazenamento e comercialização deve situar-se entre 11,0 e 13,0% de umidade.

3.2 CURVA DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Para realização da curva de absorção de água, mensurou-se o grau de umidade inicial das sementes vivas e mortas de vinagreira, que apresentaram 12,4% e 12,2%, respectivamente. A importância de se verificar o grau de umidade inicial das sementes para a realização da curva de absorção reside no fato de que diferenças significativas no teor de umidade inicial podem afetar a consistência e a interpretação dos resultados gerados (Marcos Filho, 1999; Pimenta *et al.*, 2014).

Conforme a coleta e análise de dados, a curva de absorção de água das sementes vivas e mortas de *Hibiscus sabdariffa* foram graficamente representadas (Figuras 2 e 3) por seus valores médios e com equação polinomial elevada ao grau que melhor se adequou ao comportamento apresentado pela espécie.

A representação gráfica das sementes vivas de *H. sabdariffa* L. (Figura 2), revela que houve uma rápida absorção de água pelas sementes que foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos (T2 – escarificação química e T3 – escarificação mecânica), sendo um indicativo de efetiva superação da dormência tegumentar. No tratamento controle (T1), observa-se que absorção de água pelas sementes foi menor e ocorreu de forma mais lenta, demonstrando que a resistência e impermeabilidade imposta pelo tegumento representa uma barreira ao processo germinativo, uma vez que, a germinação é iniciada pelo processo de absorção de água.

O fenômeno da dormência em sementes de vinagreira é constatado em diversos trabalhos. Avaliando a qualidade fisiológica de sementes e o crescimento de plântulas de *H. sabdariffa*, Amaro *et al.* (2013), observaram que sementes que não receberam tratamento pré-germinativo possuem dificuldade em absorver água, devido à restrição mecânica imposta pelotegumento. Rodrigues *et*

al., (2014) recomendam a escarificação química com ácido sulfúrico como uma das alternativas para a redução da dormência e para a promoção de incrementos no desempenho germinativo de sementes da espécie. No trabalho de Sobrinho *et al.* (2020), é constatado que sementes escarificadas mecanicamente apresentam um favorecimento a embebição. Ademais, os autores argumentam que a ação do tratamento pré-germinativo pode encurtar a primeira fase de germinação, levando ao desenvolvimento do hipocótilo em menor período de tempo. Deste modo, a adoção de tratamentos pré-germinativos visando a produção de mudas em viveiro, por exemplo, pode reduzir o tempo de permanência das plantas nolocall, e conseqüentemente, influencia a redução de gastos com insumos para o produtor.

Além da constatação da dormência tegumentar apresentada pela espécie, os resultados inferem que o comportamento fisiológico da absorção de água pelas sementes de vinagreira segue o padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1994). Embora o comportamento de absorção possa variar de acordo com a espécie estudada, Bewley *et al.* (2013) verificaram que o modelo trifásico é o padrão mais comum entre as sementes ortodoxas. Este modelo também foi identificado no estudo de Sobrinho *et al.* (2020) que trabalharam com sementes viáveis da mesma espécie do presente estudo. Ademais, verifica-se na literatura que o mesmo padrão é encontrado para sementes de Quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) no estudo de Souza, (2016), e sementes de Algodão (*Gossypium hirsutum* L.), na pesquisa de Senden (2019), ambas espécies da família Malvaceae.

Figura 2. Curva de absorção de água em sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. vivas, durante 48 horas. Tratamento controle (T1); Escarificação química 5 min. H₂SO₄ (T2); Escarificação mecânica Lixa nº 80 (T3).

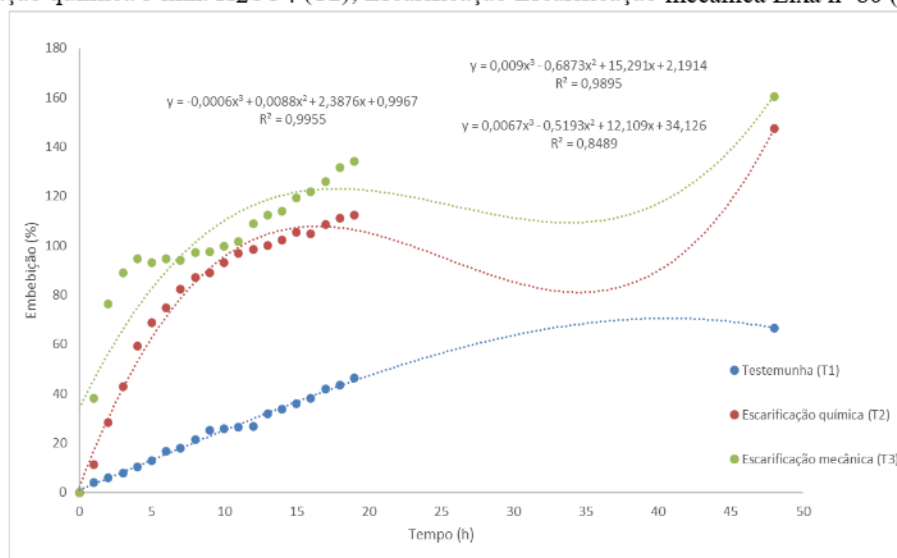
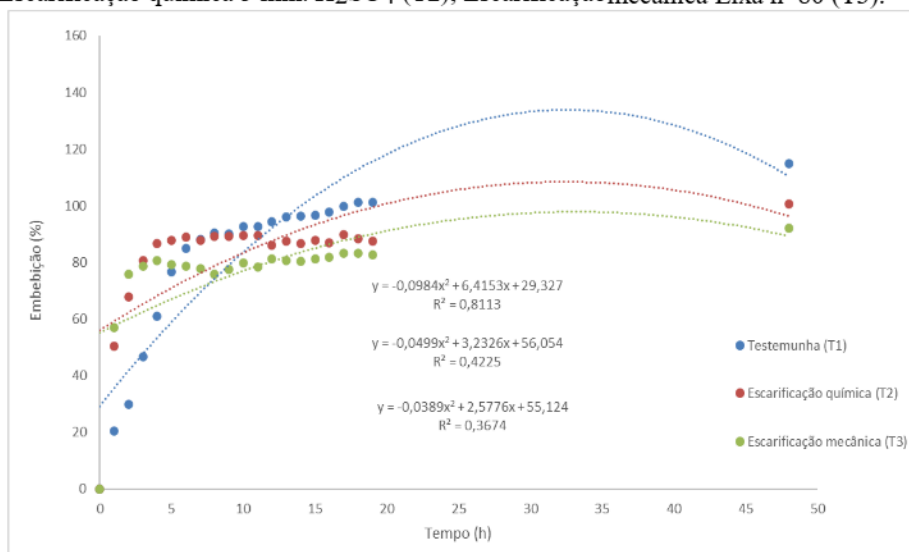


Figura 3. Curva de absorção de água em sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. mortas, durante 48 horas. Tratamento controle (T1); Escarificação química 5 min. H₂SO₄ (T2); Escarificação mecânica Lixa nº 80 (T3).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Observa-se que a fase I ocorre nas primeiras horas e é caracterizada pela rápida absorção de água pelas sementes. De maneira geral, a entrada de água no interior das sementes é definida como um processo puramente físico que possui influência do potencial matricial e, portanto, ocorre independentemente da viabilidade das sementes.

Verificou-se que as sementes escarificadas apresentaram um maior incremento de matéria fresca, tendo o encerramento da fase I após 4 horas de embebição. Posteriormente, na fase II (estacionária), observa-se que há uma redução acentuada na velocidade de absorção, que, na maioria das vezes, é devido aos eventos preparatórios para a projeção da radícula (BEWLEY e BLACK, 1994). O início da protusão radicular, circunstância que marca o fim da fase II, ocorreu primeiramente nas sementes escarificadas mecanicamente após 12 horas de embebição, com incrementos de 109%, e após 13 horas, nas sementes escarificadas quimicamente com valores médios de incrementos na matéria fresca de 100%. Já na fase III, há a retomada de absorção de água, resultando na emissão da raiz primária e no maior ganho de peso (BEWLEY e BLACK, 1994). Na avaliação das primeiras 48 horas verifica-se que o tratamento de escarificação mecânica apresentou o maior ganho de peso em detrimento dos demais.

Ao analisar o comportamento de absorção das sementes intactas (testemunha), o ganho de massa foi aumentando gradativamente atingindo 67% de massa fresca em 48 horas. Este fato evidencia a resistência do tegumento à absorção de água, devido a menor porcentagem de incremento apresentada pelo tratamento, em relação aos demais. Além disso, no tempo analisado, não foi possível observar germinação do tratamento controle. Desta forma, verifica-se que as sementes intactas não conseguiram atingir à fase III. Carvalho e Nakagawa (2012), argumentam que

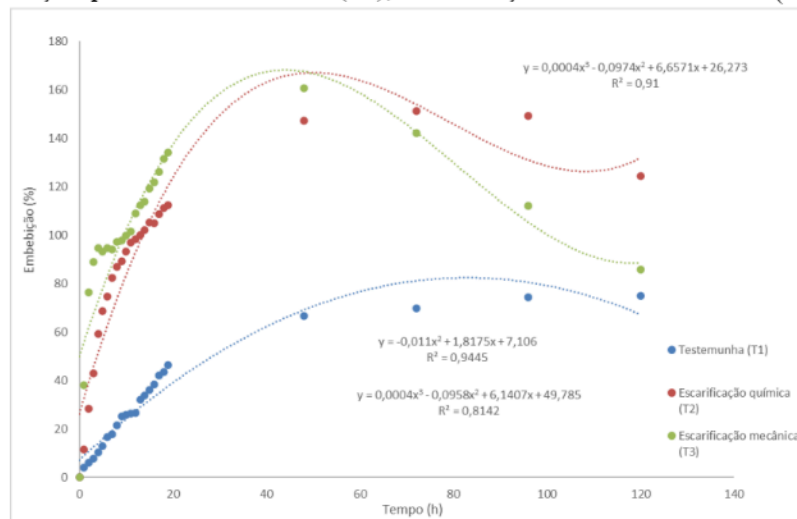
as sementes mortas ou dormentes conseguem atingir as fases I e II, conforme observado no presente trabalho. No entanto, de acordo com os autores, somente os materiais capazes de germinar alcançam, de fato, a fase III.

O comportamento de absorção de água apresentado pelas sementes mortas de *H.sabdariffa* L. (Figura 3.) apresentaram um padrão bifásico. Na fase I, todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si no que diz respeito ao rápido ganho de peso. Posteriormente, verificou-se que do tempo 6 ao tempo 11, período de uma leve estabilização, os tratamentos apresentaram médias de absorção consideradas estatisticamente iguais. As sementes intactas (T1) apresentaram 115% de incremento no peso, sendo a maior média de absorção encontrada entre os tratamentos, em 48h de avaliação. Ademais, a menor taxa de incrementos neste mesmo intervalo foi observado no tratamento de escarificação mecânica (T3), com 92%. Possivelmente, a maior absorção apresentada pelas sementes intactas sugere que o material, por não ter sido submetido a nenhum tratamento pré-germinativo, foi o mais resistente, ou melhor, menos impactado pelo processo de autoclavagem (20 minutos, na temperatura de 121 °C e pressão constante).

Diante das inúmeras informações obtidas pela análise da curva de absorção de água em sementes de vinagreira, verifica-se que o processo germinativo da espécie é relativamente rápido, no qual, em menos de 24h, em condições ótimas, já é possível observar a emissão de raiz primária em sementes viáveis e não dormentes. Deste modo, verifica-se que o tempo de 48h é suficiente para estudar o comportamento germinativo da espécie.

Considerando que a germinação possa ocorrer de forma heterogênea, as sementes vivas foram mantidas por mais tempo (Figura 4.) sobretudo, para acompanhar o processo de absorção do tratamento controle.

Figura 4. Curva de absorção de água em sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. vivas, durante 120 horas. Tratamento controle (T1); Escarificação química 5 min. H₂SO₄ (T2); Escarificação mecânica Lixa nº 80 (T3).



Fonte: Elaborado pelos autores

Em 120h de imersão em água, verificou-se que sementes sem tratamentos pré-germinativos possuem lenta absorção de água e no tempo analisado (120 horas), não apresentam o início da fase III e conseqüente germinação, ou seja, para a produção de mudas de vinagreira é recomendado a adoção de um tratamento pré-germinativo capaz de promover uma boa absorção de água e conseqüentemente sua germinação.

3.3 GERMINAÇÃO

Os dados do teste de germinação revelam que os tratamentos pré-germinativos, utilizados nas sementes de Vinagreira, apresentaram diferenças significativas (Tabela 2.), sendo possível observar a influência dos tratamentos no potencial germinativo.

Tabela 2. Resultados médios do Índice de Velocidade de Germinação (IVG); Porcentagem de germinação (PG); Primeira Contagem (PC) Porcentagem de Sementes Duras (SD) e Porcentagem de Sementes Mortas ou Dormentes (SMD), de *H. sabdariffa* L. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

Tratamentos	Variáveis				
	IVG	PG (%)	PC (%)	SD (%)	SMD (%)
T1 - Testemunha	0,75 b	1,5 d	1,5 d	60 a	36,5 a
T2 - 2,5 min. Ácido Sulfúrico	19,00 a	64,5 b	63,5 b	5,0 b	20,0 b
T3 - 5,0 min. Ácido Sulfúrico	17,25 a	45,0 c	44,5 c	2,0 b	40,0 a
T4 - 7,5 min. Ácido Sulfúrico	20,75 a	74,5 a	73,5 a	1,5 b	17,5 b
T5 - 10 min. Ácido Sulfúrico	22,50 a	48,0 c	48,0 c	0,5 b	43,5 a
T6 - Escarificação mecânica - Lixa	22,25 a	61,5 b	61,0 b	0,0 b	17,5 b
CV (%)	19,12	13,42	13,83	25,43	25,50

Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Verifica-se que, independentemente do tratamento pré-germinativo aplicado, as sementes responderam positivamente a esses procedimentos que objetivaram, sobretudo, superar a dormência da espécie. As sementes submetidas aos tratamentos pré-germinativos apresentaram as maiores médias para o índice de velocidade de germinação, primeira contagem e porcentagem de germinação, que considerou o número total de plântulas normais obtidas. Quanto ao IVG, observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos pré-germinativos, pois todos apresentaram médias superiores e similares estatisticamente diferindo apenas do tratamento controle. A escarificação mecânica, utilizando a lixa nº80 e a escarificação química, que manteve as sementes imersas em H₂SO₄ por 7,5 min, apresentaramas maiores médias no teste de primeira contagem e na porcentagem de germinação.

De acordo com Aguiar (2021), a eficiência das escarificações química e mecânica na germinação está ligada ao fato de o ácido sulfúrico e a lixa reduzirem a espessura e/ou aumentarem a permeabilidade do tegumento das sementes, permitindo a entrada de água com maior facilidade e, conseqüentemente, reduzindo o tempo para início da protusão radicular.

O tratamento de 7,5 min no ácido sulfúrico apresentou a maior média para a percentagem de germinação (74,5%), sendo estatisticamente diferente dos demais tratamentos analisados. No trabalho de Silva *et al.* (2018), verifica-se que sementes de vinagreira tratadas com ácido sulfúrico apresentaram incrementos satisfatórios na velocidade de germinação, fato que corrobora com a informação encontrada no presente trabalho. No entanto, ao analisar o efeito deste tratamento no percentual de germinação, os autores observaram que a germinação foi, por exemplo, 20% inferior à testemunha. Essa informação diverge dos dados analisados no presente trabalho que constatam que, dos tempos de imersão no ácido sulfúrico (2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 min) testados, todos aumentaram, em maior ou menor proporção, o percentual de germinação comparativamente à testemunha. Os dados encontrados por Rodrigues *et al.*, (2014), em sementes de vinagreira também constatam a informação da eficiência do tratamento com ácido sulfúrico na redução da dormência e promoção de incrementos na germinação.

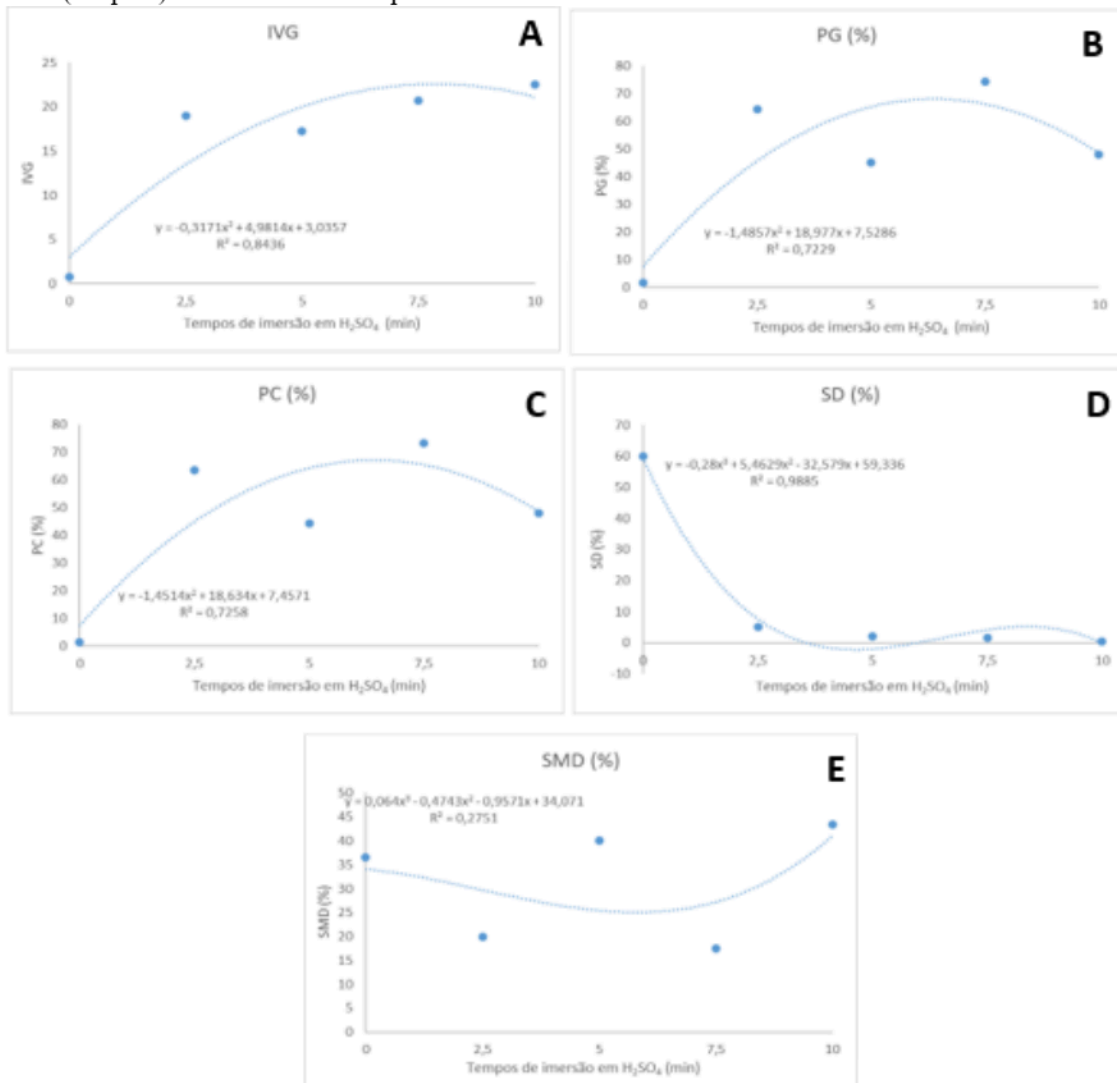
Ressalta-se também que a escarificação mecânica tem propiciado resultados satisfatórios para superação da dormência em outras espécies. A escarificação mecânica com lixa foi o método mais adequado para superação de dormência de *Schizolobium amazonicum*, aumentou a taxa de germinação e o índice de velocidade de germinação (Carvalho *et al.*, 2019).

Com relação a porcentagem de sementes duras (SD) encontradas ao final das avaliações do teste de germinação, verificou-se que a testemunha apresentou o maior número de sementes intactas (60%), sem indícios de absorção de água e de protusão radicular. Esta informação contribui para reafirmar a necessidade de implementar métodos pré-germinativos para superação de dormência em sementes recém-colhidas de *H. sabdariffa* L.

Ademais, ao analisar o parâmetro sementes mortas ou dormentes (SMD), o tratamento químico de imersão por 10,0 min no ácido sulfúrico promoveu o maior percentual, chegando a 43,3%, não diferindo, estatisticamente, do tratamento controle (T1) e do tratamento de 5,0 min no H₂SO₄. Portanto, destaca-se que, apesar da maior velocidade de germinação propiciada pela ação química, tempos muito longos de imersão no ácido sulfúrico podem ser prejudiciais, podendo afetar as estruturas essenciais a germinação. O comportamento dos tratamentos pré-germinativos ao longo dos diferentes tempos de imersão no ácido sulfúrico está representado nas curvas de regressão (Figura 5.).

Ao analisar os gráficos de regressão para o IVG e para a porcentagem de germinação, observa-se que ambas as representações possuem uma região comum de máxima velocidade e porcentagem de germinação, que está situada entre 5,0 e 7,5 min. Neste contexto, destaca-se a importância de investigações futuras que visem examinar intervalos intermediários entre os tempos supracitados. Nos gráficos de sementes mortas (C) e sementes dormentes (D), verifica-se uma confluência dos dados. Quanto maior o tempo de imersão no ácido sulfúrico, observa-se uma tendência de aumento do número de sementes mortas, ao passo que, esses tempos maiores também promovem uma redução no número de sementes duras.

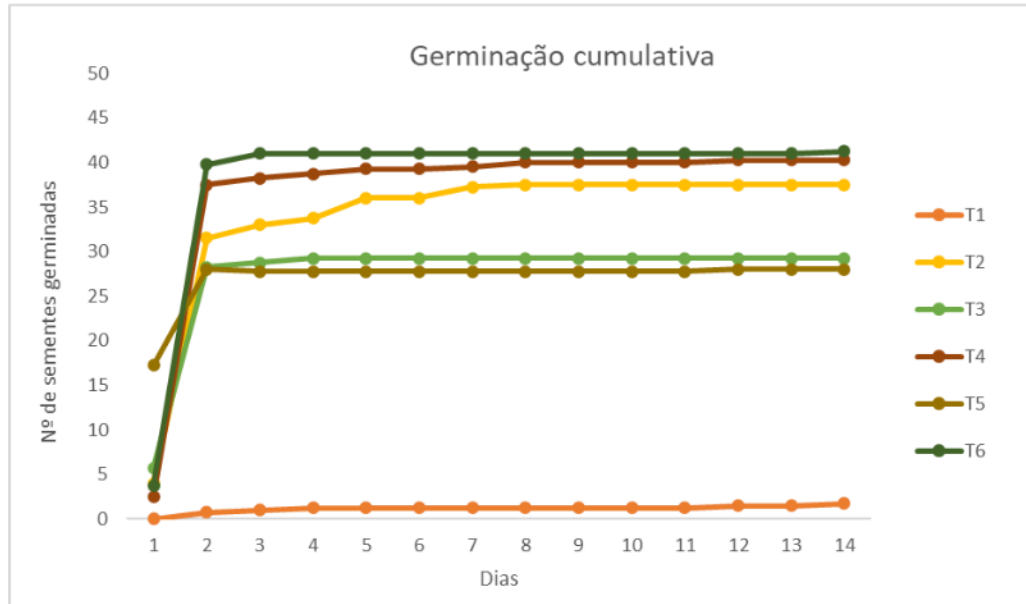
Figura 5. Representação do Índice de Velocidade de Germinação (A); da porcentagem de germinação (B), primeira contagem (C); porcentagem de sementes duras (D) e da porcentagem de sementes mortas ou dormentes (E), na testemunha (tempo 0) e nos diferentes tempos de imersão no ácido sulfúrico.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Considerando o gráfico de germinação acumulada (Figura 6.) pode-se afirmar que as emissões das raízes primárias ocorreram de forma homogênea nos tratamentos, apresentando rápida estabilização no número de sementes germinadas por dia, logo no início das avaliações.

Figura 6. Número de sementes germinadas (emissão de raiz primária) ao longo de 14 dias.



T1– testemunha (sem tratamento pré-germinativo); T2 – 2,5 min no Ácido Sulfúrico; T3 – 5 min no Ácido Sulfúrico; T4 – 7,5 min no ácido Sulfúrico; T5 – 10 min no Ácido Sulfúrico e T6 - Escarificação Mecânica.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Amaro *et al.*, (2019). Os pesquisadores constataram que o início da germinação em sementes de *H. sabdariffa* ocorre no segundo dia após a sementeira. Além disso, os autores caracterizaram a germinação da espécie como cotiledonal fanero-epígea e recomendam, que a primeira contagem e a contagem final de plântulas normais, sejam realizadas aos sete e 14 dias, respectivamente, conforme a metodologia adotada no presente trabalho.

A realização de estudos que objetivam otimizar a propagação de espécies são fundamentais para fortalecer toda a cadeia produtiva. Neste contexto, considerando que a semente é o método mais utilizado para propagação da vinagreira, a escolha do tratamento pré-germinativo é de fundamental importância na promoção de incrementos na germinação. O ácido sulfúrico é uma das substâncias químicas mais utilizadas na superação da dormência física de sementes. Apesar da sua eficiência, deve-se ressaltar que este método de escarificação é difícil de ser empregado no campo, principalmente quando há uma demanda manuseio de grandes volumes de sementes. Ademais, trata-se de uma substância de difícil aquisição para o produtor, e que pode apresentar riscos para os trabalhadores e para o meio ambiente, podendo causar danos às sementes em tempos demasiados de imersão (SOUZA *et al.*, 2007; LIMA *et al.*, 2015). Por outro lado, em termos de exequibilidade,

considerando sementes pequenas como é o caso da vinagreira, o método químico permitiu maior celeridade em relação à escarificação mecânica.

Quando se trata do custo e da segurança de manuseio, a escarificação mecânica se apresenta como uma alternativa eficaz e de fácil execução. Não obstante, a utilização da lixa para promover a exposição parcial do cotilédono no lado oposto ao eixo embrionário, exigiu maior tempo para execução, devido ao fato do procedimento ser realizado em sementes individuais. Desta forma, considerando a utilização deste método na produção de mudas em larga escala, haverá uma demanda de investimento em mão de obra.

4 CONCLUSÃO

Sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. submetidas a escarificação (química ou mecânica), seguem o padrão trifásico de absorção de água, tendo o encerramento da fase I e início da fase II após 4 horas de embebição, o fim da fase II e início da fase III, após 12 horas de embebição. Sementes sem tratamentos pré-germinativos possuem lenta capacidade absorção de água e no tempo analisado (120 horas), não apresentam o início da fase III e conseqüente germinação.

Sementes recém-colhidas possuem o fenômeno da dormência física, sendo imprescindível a aplicação de tratamentos pré-germinativos para incremento da germinação e vigor. A escarificação química de 7,5 min no ácido sulfúrico e a escarificação mecânica manual (lixa) são alternativas promissoras para aumentar a taxa, velocidade e uniformidade de germinação na espécie. É de fundamental importância que estudos sobre a superação da dormência da vinagreira continuem sendo realizados, para que o produtor consiga otimizar a produção de mudas da espécie por meio de uma metodologia robusta, que seja de fácil execução e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. U.; BRUNO, R. D. L. A.; OLIVEIRA, A. P. D.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; PAULA, R. C. D. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v. 29, p. 877-885, 2005. Disponível em: <tinyurl.com/4nwjxks8>. Acesso em: 27 dez 2023.
- AMARO, H. T. R.; SOUZA, A. M. S. D.; NETA, I. C. S.; ALVES, D. D.; SILVA F. G. Avaliação fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de vinagreira. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 1, p. 96-102, 2013. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4ccsjee4>>. Acesso em 21 ago 2021.
- AMARO, H. T. R.; SOUZA, A. M. S. D.; RESENDE, M. A. V.; GUIMARÃES, C. P. DE OLIVEIRA ASSIS, M.; FIGUEIREDO, J. C.; ANDRADE, J. A. S. Morphology of fruits, seeds and seedling and germination of *Hibiscus sabdariffa* L. in different substrates. **Brazilian Journal of Agriculture - Revista de Agricultura**, v. 94, n. 1, p. 25-36, 2019. Disponível em: <tinyurl.com/ja7jn74n>. Acesso em: 19 jul 2022.
- BRAGANTINI, C. **Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão**. Embrapa Arroz e Feijão, Goiás, 2005. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/194008/1/doc187.pdf>>. Acesso em: 27 dez 2022.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regras para análise de sementes**. 399p. Brasília: Mapa/ACS, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf>. Acesso em: 01 jul 2022.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Manual de hortaliças nãoconvencionais**. Brasília: Mapa/ACS, 92p, 2010. Disponível em: <www.abcsem.com.br/docs/manual_hortaliças_web.pdf>. Acesso em: 01 ago 2021.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CARVALHO, M. B. F.; ARAUJO, M. E. R.; MENDONÇA, A. P.; CHÁVEZ, M. S.; GUTIERREZ, K. L.; RUIZ, F. J. P.; MOCHO, A. P. Métodos de superação de dormência da *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 490–500, 2019.
- CASTRO, N. E. A.; PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, M.G.; MORAIS, A.R.; BERTOLUCCI, S.K.V.; SILVA, F.G.; FILHO, N.D. Planting time for maximization of yield of vinegar plant calyx (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p.542-551, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/fg3Tp45xpdWb7twtf5p3RTh/?lang=en>>. Acesso em: 27 jul 2021.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J. D.; MORAIS, A. R. D.; ALMEIDA, K. D.; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface- americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 967-973, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/HBMNv9vShXbBjr7CzkDLR3P/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 16 ago 2021.

- LIMA, K. N.; TEODORO, P. E.; PINHEIRO, G. S.; PEREIRA, A. C.; TORRES, F. E. Superação de dormência em capim-Braquiária. **Nucleus** v. 12, n. 2, p. 167-174, 2015.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison: v.2, n.2, p.176-177, 1962. Disponível em: <[https://www.scrip.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1017323](https://www.scrip.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1017323)>. Acesso em: 14 jul 2021.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C., Vieira, R.D., França Neto, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, p. 3.1-3.24, 1999.
- MELO, A.M.T., 2007. Hortaliças subutilizadas e sua importância no contexto da agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, Porto Seguro, v. 25, n. 1... CD-ROM-palestras.
- MENDES, R. D. C.; DIAS, D. C. F. D. S.; PEREIRA, M. D.; BERGER, P. G. Tratamentos pré-germinativos em sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, p. 187-194, 2009. Disponível em: <bit.ly/3U1e1MT>. Acesso em: 23 nov 2022.
- PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; LAVIOLA, B. G.; PANOBIANCO, M. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso. **Comunicata Scientiae**, 5(3), 295- 301, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.14295/cs.v5i3.48>>. Acesso em: 06 jan 2022.
- PUERTA-ROMERO, J. Variedades de judias cultivadas em Espanha. Madrid: Ministério de Agricultura/INIA, 798p, 1961.
- RODRIGUES, B. R. A.; AMARO, H. T. R.; DAVID, A. D. S.; CANGUSSU, L. D. S.; ASSIS, M. D. O.; ALVES, D. D. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvales-Malvaceae). **Revista de Agricultura. Piracicaba**, v. 89, n. 1, p. 9-16, 2014. Disponível em: <bit.ly/3IFY3CC>. Acesso em: 14 de jul. 2021.
- SARMENTO, H. G. S; SOUZA, A. M. S. D.; BARBOSA, M. G.; NOBRE, D. A. C.; AMARO, H. T. R. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão- manso por métodos alternativos. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 250-256, 2015.
- SILVA, R. M.; CARDOSO, A. D.; DUTRA, F. V.; MORAIS, O. M. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. provenientes do semiáridobaiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 85-91, 2017. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1427/1560>>. Acesso em: 28 dez 2021.
- SILVA, J. S.; DO NASCIMENTO, M. M.; ARAGÃO JÚNIOR, A. C.; DE LIMA, M. S.; CHAU MING, L.; FERREIRA, A. B. Superação de dormência em sementes de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Revista Científica Rural**, V. 1, nº1, 2018. Disponível em: <revista.urcamp.edu.br/index.php/RCR/article/view/3124>. Acesso em: 01 ago 2021.
- SILVA, K. S.; MENDONÇA, V.; DE MEDEIROS, L. F.; CUNHA, P. S. D. C. F.; DE GÓES, G. B. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de mudas de jaqueira, *Artocarpus heterophyllus* Lam. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 34, 2010. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7459667>>. Acesso em: 28 dez 2021.
- SOBRINHO, A. C. G.; SANTOS, A. S.; CORPES, R. S. Aspectos botânicos, morfológicos, germinação e desenvolvimento de plântulas de *Hibiscus sabdariffa* L. , In: **Floricultura, plantas**

ornamentais e cultura de tecidos de plantas. Atena Editora, 44-55 p, 2020. Disponível em:<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7897105>>. Acesso em 10 jan 2022.

SOUZA, E. R. B.; ZAGO, R.; GARCIA, J.; FARIAS, J. G; DOS SANTOS CARVALHO, E.

M.; BARROSO, M. R. Efeito de métodos de escarificação do tegumento em sementes de *Leucaena diversifolia* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 142-146, 2007. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/pdf/2530/253021631003.pdf>>. Acesso em: 13 jan 2022.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção.** São Paulo: Agronômica Ceres, v. 224, 1977.