

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS PRÓ REITORIA DE PESQUISA,
PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
MELANCIA EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA SEMENTE

Autor: Felipe de Oliveira Bonifácio
Orientadora: Dr^a. Clarice Aparecida Megguer
Coorientadora: Dr^a. Júlien da Silva Lima

MORRINHOS – GO

2022

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS PRÓ REITORIA DE PESQUISA,
PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
MELANCIA EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA SEMENTE

Autor: Felipe de Oliveira Bonifácio
Orientadora: Dr^a. Clarice Aparecida Megguer
Coorientadora: Dr^a. Júlien da Silva Lima

Dissertação apresentada como parte das exigências
para obtenção do título de MESTRE EM
OLERICULTURA, ao Programa de Pós-
Graduação em Olericultura do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus
Morrinhos – Área de Concentração: Olericultura.

MORRINHOS – GO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

B715q Bonifácio, Felipe de Oliveira.

Qualidade Fisiológica de sementes de melancia em função do tamanho da semente. / Felipe de Oliveira Bonifácio. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2022.

45 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Clarice Megguer

Coorientadora: Dra. Julien da Silva Lima.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2022.

1. Melancia. 2. Sementes - Fisiologia. 3. Sementes - Qualidade. 4. Germinação. I. Megguer, Clarice. II. Lima, Julien da Silva. III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU 635.615

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Felipe de Oliveira Bonifácio

Matrícula:

202020433041 0030

Título do trabalho:

Qualidade Física e Fisiológica de sementes de melancia em função do tamanho da semente

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 16/02/23

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

monambor, goias

Local

03/02/23

Data

Felipe de Oliveira Bonifácio

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Documento assinado digitalmente

CLARICE APARECIDA MEGGUER

Data: 02/02/2023 14:41:46-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

ador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documento 450315

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MELANCIA EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA SEMENTE

Autor: Felipe de Oliveira Bonifácio

Orientadora: Clarice Aparecida Megguer

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura - Área de Concentração em Sistema de Produção em Olerícolas.

APROVADO em 06 de dezembro de 2022


Prof.^a. Dr.^a. Clarice Aparecida Megguer

Presidente da Banca

IF Goiano - Campus Morrinhos


Ricardo Bezerra

Avaliador externo

Cargil - Goiânia

Jacson Zuchi
Prof. Dr. Jacson Zuchi

Avaliador externo

IF Goiano - Campus Hidrolândia

INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Morrinhos

Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000

(64) 3413-7900

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar saúde, sabedoria e discernimento para superar barreiras e dificuldades encontradas no caminho percorrido para alcançar este objetivo. À minha família, por me apoiar, incentivar e me confortar nos momentos de dificuldades enfrentados. Por tudo o que me ensinaram no decorrer da minha vida até aqui.

À minha professora e orientadora Dra. Clarice Aparecida Megguer e à Dra. Júlien da Silva Lima, que com muita disponibilidade, compreensão, paciência, colaboraram de maneira fundamental no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Olericultura, pelos conhecimentos e ensinamentos transmitidos durante o período de aprendizado. Aos meus professores da graduação, pelo grande incentivo e apoio em cursar essa pós-graduação.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, por me conceder essa oportunidade, sempre buscando melhorar o ensino e as estruturas do campus em prol da pesquisa.

Aos colegas de grupo de pesquisa, pela parceria nas atividades desenvolvidas durante cada etapa de pesquisa que resultou este trabalho, pelo incentivo e companheirismo durante todas as atividades. Em especial, à aluna e amiga Danielle que se dispôs na execução de diversas atividades ao longo do experimento.

Enfim, agradeço imensamente a todos que de forma direta ou indireta contribuíram em mais essa realização na minha vida.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Felipe de Oliveira Bonifácio, filho de Rozeli Maria Oliveira Bonifácio e José Carlos Clemente Bonifácio. Nascido no dia 15 do mês de outubro de 1991 em Miguelópolis – São Paulo. Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos no ano de 2018. Ingressou no Programa de Pós-Graduação em Olericultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos no ano de 2020, com conclusão em 2022.

ÍNDICE

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. CAPÍTULO I.....	12
Physiological quality of watermelon seeds as a function of seed size	12
RESUMO	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	15
<i>Material vegetal</i>	15
<i>Peso de mil sementes (PMS)</i>	16
<i>Teor de água (TA)</i>	16
<i>Curva de embebição</i>	16
<i>Germinação</i>	17
<i>Primeira e segunda contagem de germinação</i>	18
<i>Emergência</i>	18
<i>Índice de velocidade de emergência</i>	19
<i>Morfologia interna das sementes pela técnica de raios-X</i>	19
<i>Comprimento da parte aérea</i>	20
<i>Comprimento da raiz</i>	20
<i>Massa seca parte aérea</i>	20
<i>Massa seca raiz</i>	20

<i>Análise estatística</i>	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	29

RESUMO

BONIFÁCIO, FELIPE DE OLIVEIRA, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, novembro de 2022. **Qualidade física e fisiológica de sementes de melancia em função do tamanho da semente.** Orientadora: Dr^a. Clarice Aparecida Megguer e Coorientadora: Dr^a. Júlien da Silva Lima.

Uma das maiores preocupações ao se iniciar o cultivo de qualquer espécie olerícola é a qualidade da semente. Para se obter uma produtividade considerável, é necessário utilizar sementes de alto vigor e com boa qualidade fisiológica. Do ponto de vista do produtor, as sementes de maior tamanho são consideradas as de maior vigor e as que vão resultar numa maior produtividade. Porém estudos comprovam que o vigor e a qualidade fisiológica da semente nem sempre estão relacionados apenas ao seu tamanho, comprovando que sementes menores também podem ser vigorosas e gerar plantas que serão tão produtivas quanto às plantas geradas por sementes maiores. Esse trabalho tem como objetivo avaliar a influência do tamanho da semente no comportamento do processo germinativo, morfologia interna e qualidade fisiológica de sementes de melancia. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em que os tratamentos consistiram em sementes pequenas (T1), médias (T2) e grandes (T3) e o número de repetições variou de acordo com as variáveis analisadas. As sementes foram avaliadas quanto ao peso de

mil sementes, teor de água, curva de embebição, porcentagem de germinação, emergência e índice de velocidade de emergência, análise de raio-x, características de crescimento (comprimento da parte aérea e raiz, massa fresca e seca da parte aérea e das raízes). Verificaram-se que o tamanho das sementes não interferiu no processo germinativo, mas o crescimento inicial das plântulas provenientes das sementes grandes durante a emergência pode determinar um melhor estabelecimento das mudas.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum & Nakai, comportamento fisiológico, tamanho, vigor.

ABSTRACT

BONIFÁCIO, FELIPE DE OLIVEIRA, Goiano Federal Institute – Campus Morrinhos, November, 2022. **Physical and Physiological quality of watermelon seeds as response to seeds size.** Advisor: PhD. Clarice Aparecida Megguer e Co-Advisor: PhD. Júlien da Silva Lima.

One of the biggest concerns when starting the cultivation of any vegetable species is the quality of the seed. In order to obtain considerable productivity, it is necessary to use high vigor seeds with good physiological quality. From the producer's point of view, the larger seeds are considered the most vigorous and those that will result in greater productivity. However, studies show that the vigor and physiological quality of the seed are not always related only to its size, proving that smaller seeds can also be vigorous and generate plants that will be as productive as the plants generated by larger seeds. This work aims to evaluate the influence of seed size on the behavior of the germination process, internal morphology and physiological quality of watermelon seeds. The experimental design used was completely randomized, in which the treatments consisted of small (T1), medium (T2) and large (T3) seeds and the number of repetitions varied according to the analyzed variables. Seeds were evaluated for 1,000-seed weight, water content, imbibition curve, germination percentage, emergence and emergence speed index, X-ray

analysis, growth characteristics (shoot and root length, fresh mass and dry shoots and roots). It was verified that the size of the seeds did not interfere in the germination process, but the initial growth of the seedlings from the large seeds during emergence can determine a better establishment of the seedlings.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum & Nakai, physiological behavior, size, force.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A planta da melancia (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum & Nakai) pertence à família das cucurbitáceas, com ciclo vegetativo anual, cultivada em diversos países (Júnior et al., 2015). Está associada ao cultivo por agricultores familiares, que veem nesta cultura uma fonte de renda devido ao baixo custo de produção e de fácil manejo. Mas se torna uma cultura de grande importância socioeconômica, pois depende de muita mão de obra em suas práticas de cultivo e acaba gerando empregos e proporcionando bom retorno financeiro ao produtor (Carvalho e Moraes, 2019).

A cultura da melancia pode ser propagada por semeadura direta ou transplântio de mudas. É de grande importância que as sementes sejam de alta qualidade para que se obtenham plantas vigorosas e produtivas. Além disso, sementes de alta qualidade diminuem práticas de cultivo, como o desbaste, resultando na maturação uniforme das plantas (Escobar-Álvarez et al., 2020).

Existem diversos fatores que podem determinar a qualidade fisiológica da semente, dentre eles está o tamanho. Porém, somente o tamanho não determina se a semente apresenta alto vigor. Outros fatores são importantes, como a quantidade de reserva e a boa formação do embrião (Martinatti et al., 2020). Já se sabe que quanto maior a quantidade de reserva normalmente será maior o sucesso do estabelecimento da cultura

no campo, pois há garantia de nutrientes para a plântula em condições desfavoráveis, por tempo determinado (Leão-Araújo et al., 2020).

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do tamanho da semente no comportamento do processo germinativo, na morfologia interna e na qualidade fisiológica de sementes de melancia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção e comercialização

O Brasil está entre os três maiores produtores de frutos do mundo, com uma produção estimada, em 2019, de 41 milhões de toneladas e sendo responsável por aproximadamente 27% dos empregos no setor agrícola. Além disso, o volume de exportação dos frutos vem se destacando, apresentando um crescimento de 16% no volume exportado no ano de 2019, em que a produção de melancia apresentou um crescimento de 38% comparado ao ano de 2018 (CNA, 2020).

Num período de 1981 a 1985, como principais produtores de sementes de melancia, destacavam-se Rio Grande do Sul, São Paulo e Pernambuco, onde o Rio Grande do Sul teve expressivo crescimento na produção, ao longo dos anos (Nascimento et al., 1994). No âmbito mundial, a melancia foi considerada um dos principais produtos de hortifruti em 2019, estando entre os dez produtos maiores em volume de exportação, com mais de 1,7 milhões de toneladas por ano (Araújo, 2009).

Dados do CEAGESP mostraram que no ano de 2018 foram comercializadas 114 mil toneladas de melancia, e que a produção total correspondeu a dois milhões de toneladas. As regiões Nordeste e Sul são as principais produtoras no Brasil. As variedades

mais cultivadas são a Pérola, a Crimson Sweet e a Jubilee, cujos trabalhos de melhoramento genético foram desenvolvidos nos EUA e Japão. Porém, cultivares híbridos vêm aumentando sua representatividade devido à alta produtividade (CEAGESP, 2020).

Na região Centro-Oeste, o estado de Goiás tem alta representatividade na distribuição de frutos em geral. No ano de 2019 estimavam-se mais de 97 mil toneladas de frutos comercializados neste estado. A comercialização de melancia passa de dez mil toneladas no estado. A cidade de Morrinhos, localizada na microrregião (MR) Meia Ponte, representa 2,0% da distribuição de melancia no Estado de Goiás e entregou cerca de 425 toneladas do fruto no ano de 2019 ao CEASAGO, sendo responsável por mais de 90% da quantidade de melancia entregue pela microrregião (CEASAGO, 2020).

2.2.A cultura da melancia

A melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Matsum & Nakai) é uma planta da família das cucurbitáceas que possui ciclo vegetativo anual e é cultivada em vários países do mundo (júnior et al., 2015). A planta da melancia tem hábito de crescimento rasteiro e sua semente tem germinação do tipo epígea, pois o hipocótilo expõe seus cotilédones para cima do solo (Gomes et al., 2019).

O desenvolvimento vegetativo da planta de melancia se dá com a formação de ramos, folhas com limbo recortado e gavinhas que auxiliam na fixação dos ramos da planta ao solo. Com sistema radicular do tipo pivotante e seu maior volume é concentrado numa camada de até 30 cm. Tem florescimento do tipo monóico, com flores masculinas e femininas que se localizam na axila das folhas nas ramos principais, na axila das folhas. As flores femininas se formam a partir do meio e vai até as extremidades das ramos, permanecendo abertas por apenas um dia. Depois disso não haverá antese dessas flores, mesmo que haja polinização (Filgueira, 2012).

No Brasil, a introdução do germoplasma de melancia se deu em duas épocas diferentes. A primeira foi trazida da África, que é um de seus centros de origem, no período de tráfico dos escravos, há mais de 350 anos. E na década de 1950, foram trazidos para São Paulo germoplasmas dos Estados Unidos e do Japão, esses com uma base genética bem mais estreita originada de programas de melhoramento genético (Costa e Pinto, 1977; Romão, 2000).

A cultura da melancia é uma hortaliça de baixo custo de produção e de fácil manejo quando comparada com outras espécies olerícolas. É cultivada principalmente por pequenos produtores e conseqüentemente é de grande importância socioeconômica. Por depender de muita mão de obra, seu cultivo gera muitos empregos e pode proporcionar um bom retorno econômico ao produtor (Carvalho et al., 2019).

Nos últimos anos, foram cultivados quatro grupos de melancia no centro-sul do Brasil que podem ser resumidos em: Globular – Crimson Sweet, a típica norte americana, com frutos de até 13 kg e a casca rajada; mini melancias – produz frutos com aproximadamente 3 kg e com a polpa mais intensa, esses são híbridos; Sem sementes – tem polpa com uma coloração vermelho mais viva e pode atingir até 8 kg, esses são chamados híbridos auto estéreis, pois não produzem frutos com sementes; Alongado – com frutos cilíndricos de até 15 kg, cultivar Charleston Gray, típica norte americana. Pode ser encontrada também a cultivar Congo, que pode produzir frutos de até 18 kg (Filgueira, 2012).

2.3. Métodos de propagação

A propagação da planta da melancia se dá através de sementes, podendo ser por semeadura direta ou produção de mudas em bandejas utilizando substratos. Fatores como emergência e estabelecimento de plântulas vigorosas dependem da qualidade da semente. Sementes de alta qualidade diminuem práticas de cultivo como o desbaste, propiciando a maturação uniforme das plantas (Escobar-Álvarez et al., 2020).

De acordo com Torres (2005) aproximadamente 3% do custo de produção da melancia se refere à produção de sementes, e esse percentual é baixo pois a qualidade das sementes e seu potencial genético são de muita importância para o desenvolvimento de qualquer cultura.

O tamanho da semente está dentre as características que podem determinar a qualidade fisiológica de uma semente, porém não somente o tamanho determina se essa semente tem alto vigor. A boa formação do embrião e a quantidade de reserva são fatores importantes para a qualidade fisiológica da semente (Martinatti et al., 2020).

Quanto maior o tamanho da semente, maior a quantidade de reserva, e dessa forma, maior será a probabilidade de sucesso da plântula e no seu estabelecimento, pois

há uma garantia de reserva de nutrientes em condições ambientais desfavoráveis por determinado tempo (Leão-Araújo et al., 2020). Sementes grandes podem ser resultado de embriões bem formados, possuindo maior quantidade de reservas para a germinação, e normalmente origina plantas mais vigorosas (Silva et al., 2017). O tamanho da semente de melancia está classificado como gigante, grande, médio, pequeno, micro e minúsculo (Nascimento et al., 2020).

O tamanho das sementes de melancia varia conforme as cultivares. A cultivar Charleston Gray possui sementes grandes, a cultivar Kodoma tem sementes pequenas e a cultivar Crimson Sweet tem sementes de tamanho intermediário (Souza et al., 2006).

Frutos com sementes pequenas são mais aceitas para o consumo *in natura* do fruto, já as sementes maiores são mais desejadas para semeadura no campo e produção de frutos, facilitando o plantio e podendo ser indicativo de maior produção (Li et al., 2018).

Em contrapartida um estudo feito com sementes de amendoim mostrou que sementes de tamanho menor se destacaram em testes de germinação e vigor feitos em laboratório, comparadas com as sementes maiores (Queiroga et al., 2011).

2.4. Qualidade fisiológica de sementes

Alguns testes são recomendados para que seja avaliada a qualidade das sementes. O teste de germinação como determinador da capacidade das sementes gerarem plântulas normais, sob condições favoráveis, tem sido bastante utilizado. Apesar do fato de que, à medida que as condições se tornam desfavoráveis, a capacidade do teste de estimar o potencial de emergência das plântulas em campo diminui. Dessa forma, se torna necessário complementar as informações obtidas através do teste de germinação com testes de vigor, o que possibilita selecionar os lotes mais vigorosos para serem comercializados (Radke et al., 2017).

O processo de germinação da semente se dá através de uma sequência de eventos metabólicos provindos da reativação do crescimento do embrião. O processo se inicia quando a semente é hidratada, o que vai resultar na ruptura do tegumento da semente pela protrusão da radícula (Oliveira et al., 2019). Quando a semente absorve água ocorre o amolecimento do tegumento ou do tecido de proteção, variando da espécie da semente,

em seguida o aumento do volume do embrião, também estímulo da atividade enzimática, translocação de nutrientes e crescimento do eixo embrionário. A quantidade de água para a germinação não é exata, ou fácil de se determinar, podendo variar de acordo com a espécie (Souza et al., 2017).

O processo pelo qual a semente retoma sua atividade metabólica através da absorção de água é chamado de embebição e esta etapa é fundamental para a germinação, pois através dela se inicia a retomada da atividade metabólica, colaborando com processos de mobilização e assimilação das reservas, para o crescimento do embrião. A velocidade de embebição, depende de cada espécie, devido as diferenças na composição química, e a permeabilidade do tegumento (Torres et al., 2020). Além de reativar todas as reações metabólicas da semente, a embebição é uma ferramenta muito importante para conhecer o comportamento da semente no processo germinativo.

Espécies com mais sensibilidade à salinidade podem ser identificadas através desse teste. Já que em condição de campo a solução de solo pode apresentar diversas concentrações de sais. Conhecer como a semente irá reagir a isso é de grande importância. Por exemplo o meloeiro que é bastante sensível a essa salinidade durante a sua germinação (Araújo et al., 2016).

2.5. Teste de vigor em sementes

Os testes de vigor são muito importantes para identificar diferenças entre lotes sementes, diferenças que talvez não tenham sido possíveis de ser identificadas nos testes de germinação (Deuner et al., 2018). Dessa forma, os testes de vigor servem como complemento dos resultados obtidos pelo teste de germinação, indicando dados sobre o desempenho que a semente possa ter durante o armazenamento e sob condições de campo (Kikuti e Marcos-filho, 2012).

Outro teste para determinar a qualidade da semente é o teste de raios-X, que começou a ser utilizado por Simak e Gustafsson na década de 50. A utilização de raios-X é recomendada para avaliar a qualidade física de sementes por ser um teste rápido e não destrutivo, com finalidade básica de detectar se as sementes estão vazias ou apresentam alguma má formação interna. Este teste é recomendado pela International Seed Testing Association desde a década de 1980 (Amaral et al., 2020). A radiação

utilizada no teste de raios-X, não causa mutações nas sementes, pois são submetidas a baixas doses (Silva et al., 2020).

Borges et al. (2019) também fizeram uso da técnica para relacionar imagens da morfologia interna de sementes de tomate em processo de germinação, permitindo avaliar o desempenho das sementes através da morfologia do embrião.

Basicamente, quando os raios atravessam a semente, a radiação é absorvida em graus diferentes, isso depende de características de cada semente, como espessura, densidade e composição da semente, além de outros fatores como comprimento de onda da radiação. O resultado é uma imagem em filme radiográfico. Também por ser um teste não destrutivo as imagens são utilizadas como um complemento ao teste de germinação (Machado e Cícero, 2003).

2.6.Referências Bibliográficas

AMARAL, E.V.E.J.; SALES, J.F.; ZUCHI, J.; NEVES, J.M.G.; OLIVEIRA, J.A. Analysis of radiographic images and germination of *Campomanesia pubescens* (Mart. Ex DC.) O. Berg (Myrtaceae Juss.) seeds under drying. *Brazilian Journal of Biology*, v. 80, n. 4, p. 777-782, 2020. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842019005018108&script=sci_abstract&tlng=pt.

ARAÚJO, J.L.P. Custos e viabilidade de produção de melancia no submédio São Francisco. *Cultivar*, 2009. <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=775>.

BORGES, S.R.S.; SILVA, P.P.; ARAÚJO, F.S.; SOUZA, F.F.J.; NASCIMENTO, W.M. Tomato seed image analysis during the maturation. *Journal of Seed Science*, v. 41, n. 1, p. 56-65, 2019. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372019000100022.

CARVALHO, R.R.; MORAIS, S.J.S. Germinação e vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schard.) sob diferentes tipos de substratos. *VII Simpósio Acadêmico de Agronomia*. Centro Universitário de Anápolis, 2019. <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/agronomia/article/download/5459/3088>.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE GOIÁS S/A. *Conjuntura Anual 2019*. Goiás: CEASAGO, 2020. <http://www.ceasa.go.gov.br/indicadores/estatisticas.html>.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. *Guia CEAGESP - Melancia*. São Paulo: CEAGESP, 2020. <http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/melancia>.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. *Balanço 2019 e perspectivas 2020*. Brasília: CNA, 2020. Disponível em:

<https://www.cnabrazil.org.br/paginas-especiais/balanco-2019-e-perspectivas-2020>.
Acesso em: 16 nov. 2020.

COSTA, C.P.; PINTO, C.A.B.P. Melhoramento de melancia. In: COSTA, C.P.; PINTO, C.A.B.P. *Melhoramento de hortaliças*. Piracicaba: ESALQ-USP, 1977. v. 2, cap. 8, p. 196-209.

https://scholar.google.com.br/scholar?cites=1004715644316885438&as_sdt=2005&scio dt=0,5&hl=pt-BR.

DEUNER, C.; RODRIGUES, D.B.; TUNES, L.V.M.; ALMEIDA, A.S.; MARTINS, A.B.N.; ZIMMER, G.; CHAGAS, H.; GEWEHR, E.; KONZEN, L.H.; REIS, B.B. Accelerated aging for evaluation of the Physiological potential of eggplant seeds. *Journal of Agricultural Science*, v. 10, n. 8, 2018. <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/74705>.

ESCOBAR-ÁLVARES, J.L.; RAMÍREZ-REYNOSO, O.; SÁNCHEZ-SANTILLÁN, P.; CUELLAR-OLALDE, R.; ROMERO-ROSALES, T.; VALENZUELA-LAGARDA, J.L. Size, imbibition, and viability of seeds of two creole melon (*Cucumis melo* L.) from the state of Guerrero, Mexico. *Agroproductividad*, v. 13, n. 12, p. 127-133, 2020. https://www.researchgate.net/profile/Jose_Escobar11/publication/348250025_Size_imbibition_and_viability_of_seeds_of_two_creole_melon_Cucumis_melo_L_from_the_state_of_Guerrero_Mexico/links/5ff4ee54299bf1408874debb/Size-imbibition-and-viability-of-seeds-of-two-creole-melon-Cucumis-melo-L-from-the-state-of-Guerrero-Mexico.pdf.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2012. 421p. http://webftp.cpaa.embrapa.br/SAC/Solicitacoes/Doc_Maxixe.pdf.

GOMES, R.F.; SANTOS, L.S.; BRAZ, L.T.; ANDRADE, F.L.N.; MONTEIRO, S.M.F. Number of stems and plant density in mini watermelon grown in a protected environment. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 49, p. e54196, 2019. <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/54196>.

JÚNIOR, E.G.S.; MAIA, J.M.; SILVA, A.F.; SANTOS, E.E.S.; RECH, E.G.; ALMEIDA, R.A. Influência de compostos orgânico na germinação e desenvolvimento inicial de melancia. *Revista de Biologia & farmácia e manejo agrícola*, v. 11, n. 1, p. 5, 2015. <http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/article/view/2794/1527>.

KIKUTI A.L.P.; MARCOS FILHO J. Seed vigor tests for lettuce seeds. *Horticultura Brasileira*, v. 30, p. 44-50. 2012. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123199073>.

LEÃO-ARAÚJO, E.F.; SOUZA, E.R.B.; PEIXOTO, N.; SANTOS, W.V.; COSTA, L.L.; GOMES-JÚNIOR, F.G. Seed and fruits size affect soaking and physiological seed quality in *Campomanesia adamantium*? *Journal of Seed Science*, v.42, e202042035, 2020. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2317-15372020000100130&script=sci_arttext.

LI, N.; SHANG, J.; WANG, J. et al. Fine mapping and discovery of candidate genes for seed size in watermelon by genome survey sequencing. *Scientific Reports*, v. 8, 17843, 2018. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-36104-w#citeas>.

MACHADO, C.F.; CÍCERO, S.M. ‘Aroeira-branca’ [*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. – *Anacardiaceae*] seed quality evaluation by the x-ray test. *Scientia Agricola*, v. 60, n. 2,

p. 393-397, 2003. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162003000200026&script=sci_abstract&tlng=es.

MARTINATTI, J.; RAIMUNDO, E.K.M.; ZACHARIAS, M.B.; CONCEIÇÃO, P.M.; FORTI, V.A. Quality of millet seeds at difference positions of the panicle. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 50, e65026, 2020. <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/65026/35611>.

NASCIMENTO, W.M.; MOREIRA, H.M.; MENEZES, J.E.; GUEDES, A.C. *Produção e importação de sementes de hortaliças no Brasil 1986-1989*. Brasília: Embrapa-CNPQ, 1994. <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&biblioteca=vazio&busca=autor:22MENEZES,20J.20E.20GUEDES,20A.20C.22>.

NASCIMENTO, T.L.; SOUZA, F.F.; DIAS, R.C.S.; SANTOS, J.S.; MELO, N.F. Inheritance of seed size in watermelon populations. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, v. 14, n. 1, 2020. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/issue/view/645/Volumen%2014%2C%20n%C3%BAmero%201%2C%202020.

OLIVEIRA, I.C.; REGO, C.H.Q.; CARDOSO, F.B.; ZUFFO, A.M.; CÂNDIDO, A.C.S.; ALVES, C.Z. Root protrusion in quality evaluation of chia seeds. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 1, p. 282 – 287, 2019. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21252019000100282&script=sci_abstract&tlng=pt.

QUEIROGA, V.P.; FREIRE, R.M.M.; ARAÚJO, M.E.R.; LIMA, V.I.; QUEIROGA, D.A.N. Influência do tamanho da semente de amendoim sobre sua qualidade fisiológica. *Revista Agroambiente On-Line*, v. 5, n. 1, p. 30-34, 2011. <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/403>.

RADKE, A.K.; SOARES, V.N.; XAVIER, F.M.; EBERHARDT, P.E.R.; MARTINS, A.B.N.; VILLELA, F.A. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 4, p. 634-640, 2017. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7161839>.

ROMÃO, R.L. Northeast Brazil: a secondary center of diversity for watermelon (*Citrullu lanatus*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 47, p. 2007-2013, 2000. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008723706557>.

SILVA, E.R.S.; SALLES, J.S.; ZUFFO, A.M.; STEINER, F. Coinoculação de *Brasyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em sementes de amendoim de diferentes tamanhos. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 4, suplemento 1, p. 93-102, 2017. <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2192>.

SILVA, P.P.; BARROS, A.C.S.A.; FILHO, J.M.; JUNIOR, F.G.G.; NASCIMENTO, W.M. Morphological study of squash seeds at different stages of maturation through the use of X-ray. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 51, n. 3, e20196580, 2020. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902020000300903&script=sci_abstract&tlng=pt.

SOUZA, F.F.; SOUZA, E.B.A.; SILVA, A.C.G.; NEVES, L.R.S.; DIAS, R.C.S.; QUEIROZ, M.A. Estudo de herança do tamanho da semente em melancia. *Horticultura Brasileira*, v. 24, n. 1, 2006. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/160729>.

SOUZA, E.M.; ALVES, E.U.; SILVA, M.L.M.; ARAÚJO, L.R.; NETA, M.M.S.S. Substrate moisture and temperature in *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh germination. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, suplemento 1, p. 2375-2386, 2017. <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445752611009.pdf>.

TORRES, S.B. Qualidade de sementes de melancia armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. *Revista Ciência Agronômica*, v. 36, n. 2, p. 163 -168, 2005. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/263/258>.

3. CAPÍTULO I

Physiological quality of watermelon seeds as a function of seed size

(Normas de acordo com Journal of Seed Science)

RESUMO

Hortaliça cucurbitácea cultivada em todo mundo, a melancia tem grande relevância no Brasil, sendo cultivada em diversos estados, inclusive em Goiás, onde tem registrado uma área de cinco mil hectares plantados. O sucesso de uma planta depende da capacidade de germinação da semente, fator que está atrelado a características como espécie, composição bioquímica e tamanho. Para comparar a qualidade fisiológica de sementes de melancia em função do tamanho, as sementes foram separadas entre pequenas (T1), médias (T2) e grandes (T3). Foram feitas determinações e avaliações: peso de mil sementes, teor de água, curva de embebição, porcentagem de germinação e emergência,

índice de velocidade de emergência, análise de raios-X, comprimento de raiz e parte aérea, massa de raiz e parte aérea. As sementes não se diferenciaram no comportamento germinativo, mas as plântulas de melancia oriundas das sementes grandes apresentaram maior arranque inicial a emergência, o que pode proporcionar o melhor estabelecimento das plântulas.

Termos para indexação: *Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum & Nakai, curva de embebição, ganho de massa, germinação, arranque.

ABSTRACT

Cucurbitaceous vegetable cultivated all over the world, watermelon has great relevance in Brazil, being cultivated in several states, including Goiás, where it has registered an area of five thousand hectares planted. The success of a plant depends on the germination capacity of the seed, a factor that is linked to characteristics such as species, biochemical composition and size. To compare the physiological quality of watermelon seeds as a function of size, the seeds were separated into small (T1), medium (T2) and large (T3). Determinations and evaluations were made weight of a thousand seeds, water content, imbibition curve, germination and emergence percentage, emergence speed index, X-ray analysis, root and shoot length, root and shoot mass. The seeds did not differ in germination behavior, but the watermelon seedlings from the large seeds showed a greater initial start to emergence, which may provide better establishment of the seedlings.

Index terms: *Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum & Nakai, imbibition curve, mass gain, germination, plucking.

INTRODUÇÃO

A planta da melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Matsum & Nakai), pertence à família das cucurbitáceas e é cultivada em diversas localidades do mundo. É uma cultura agrícola de grande importância econômica e social, bastante cultivada no nordeste do Brasil por pequenos produtores de agricultura familiar, e em outros estados como Goiás, São Paulo e Rio Grande do Sul (Silva et al., 2021).

Dados publicados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) apontaram que em comparação com 2020, a área plantada de melancia em Goiás diminuiu de 5700 para 5000 hectares, fato que se deu devido ao alto preço das *commodities*, mas também pela falta de sementes de melancia no mercado, ocasionando queda de mais de 20% na rentabilidade de produção da cultura. Apesar disso, observou-se um aumento de R\$ 1,40 por quilograma para melancias graúdas que pesam mais do que 12 kg. Levando a hortaliça a um maior preço registrado nos últimos três anos. Para os próximos anos espera-se que a quantidade de área plantada se estabilize em todos os estados (CEPEA, 2022).

A melancia é uma espécie olerícola caracterizada por seus frutos suculentos e adocicados e está entre os vegetais mais cultivados e consumidos pelos brasileiros. A facilidade de manejo da cultura e adaptação às condições edafoclimáticas em comparação à outras hortaliças, permite o seu cultivo em quase todas as regiões do Brasil (Junior et al., 2020).

O sucesso de uma planta desde a fase inicial até a fase final de produção, depende da capacidade de germinação, diretamente associado ao vigor das sementes. A germinação é iniciada através do processo de embebição, onde ocorre a absorção de água, que dá início a uma série de processos metabólicos e o crescimento do embrião (Molina et al., 2018).

A embebição segue um padrão trifásico, sendo que, na fase inicial (fase I), ocorre a rápida absorção de água. Na fase II, ocorre a reativação metabólica, as reservas são convertidas e mobilizadas, enzimas são sintetizadas e inicia o alongamento das células. Na fase III, junto com a mobilização das reservas, o embrião inicia seu crescimento, e ocorre a protrusão da raiz primária (Ribeiro et al., 2021). A absorção de água pela semente, depende de fatores associados à própria semente, como a espécie, características

e composição bioquímica, estrutura externa, tamanho, além da temperatura ambiente e da disponibilidade de água (Pinto, 2021).

A qualidade de sementes é avaliada por teste de germinação e testes de vigor. Mas a maioria são análises destrutivas e que não apresentam resultados rápidos. É necessário associar germinação e vigor a tecnologias que possibilitam maior rapidez nos resultados e não sejam destrutivas, permitindo o uso das sementes em outros testes (Pinheiro et al., 2020). Dessa forma, a técnica de raios-X tem se mostrado promissora, pois permite avaliar características físicas analisando imagens do interior das sementes e relacionando ao potencial fisiológico de forma eficiente, não afetando a viabilidade devido à baixa intensidade de exposição à radiação (Silva et al., 2020).

O potencial fisiológico é influenciado por diferentes fatores, incluindo o tamanho, que pode variar entre cultivares, genótipos, e lotes de mesma cultivar. Por isso a classificação é etapa importante para obtenção de lotes uniformes, garantindo o melhor desempenho e estabelecimento da cultura a campo (Pinto et al., 2018). Isso acontece, pois, a diferença no tamanho, indica níveis de reservas de energia diferentes. Importantes fatores que determinam eficiência na capacidade de usar suas reservas e mobilizá-las no processo de germinação, variando entre espécies e ambiente de germinação e crescimento. Sementes grandes, no geral, apresentam taxa de sobrevivência de plântulas, crescimento e desempenho em campo melhores do que as pequenas, em ambientes não estressantes (Steiner et al., 2019).

Sabendo disso, objetivou-se com esse trabalho observar se o tamanho da semente de melancia influencia nos processos de germinação, emergência e morfologia interna.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

O experimento foi conduzido no laboratório de Fisiologia Vegetal e casa de vegetação de Fisiologia Vegetal, no Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos. Foram utilizadas sementes de melancia da cultivar ‘Crimson Sweet’, doadas pela empresa Hortec[®] no ano de 2021.

As sementes foram separadas em três tratamentos: T1- sementes pequenas (até 40,5 mg), T2- sementes médias (40,51 mg a 50,5 mg) e T3- sementes grandes (50,51 mg a 75 mg) e o experimento conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

As variáveis usadas para identificar a qualidade das sementes e seu comportamento germinativo e de emergência foram: peso de mil sementes; teor de água; curva de embebição; porcentagem de germinação e emergência e índice de velocidade de emergência; análise de raios-X; características de crescimento (comprimentos da parte aérea e de raízes, massa fresca e seca da parte aérea e raiz).

Peso de mil sementes (PMS)

Utilizou-se oito subamostras de 100 sementes para cada tratamento, a partir das quais estimou-se o peso de mil sementes. As sementes foram imediatamente pesadas em balança analítica de precisão (Shimadzu, modelo AY220) (BRASIL, 2009).

Teor de água (TA)

Conduzido de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), pelo método de estufa a 105 ± 3 °C. Os resultados foram expressos em porcentagem, em base úmida.

Curva de embebição

Feita através do ganho de peso das sementes por período de absorção de água. Foram embebidas sete repetições contendo 25 sementes, para cada tratamento, dispostas em placas de Petri e imersas em 10 mL de água deionizada, à temperatura de 25°C em incubadora tipo 'Biochemical Oxygen Demand' (B.O.D.) (LimaTec®, incubadora LT 320 TFP-I). Nos períodos chamados pontos de embebição, as sementes foram secas em papel absorvente e pesadas em balança de precisão (Shimadzu, modelo AY220), em intervalos de 0, 20, 40, 60 minutos, 2 horas, e a partir daí a cada 4 horas, até que as sementes atingissem peso constante ou ocorresse a protrusão da radícula (Figura 1). Sendo observado a variação de peso das amostras pela quantidade de água absorvida ao longo do tempo em relação à umidade inicial das sementes, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com adaptações.



Figura 1. Sementes separadas por tamanho e por repetições, acondicionadas em placas de Petri, colocadas no interior de incubadora tipo BOD. Para cada pesagem, o excesso de água foi retirado das sementes utilizando peneira, e papel toalha.

Germinação

O teste de germinação foi realizado aos sete e quatorze dias após a aplicação dos tratamentos, e os valores expressos em porcentagem de plântulas normais e anormais e sementes inviáveis. Para essa avaliação, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes cada, totalizando 200 sementes por tratamento dispostas em papel Germitest[®] (BRASIL, 2009), previamente umedecidos com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Posteriormente, as folhas contendo as sementes foram acondicionadas em forma de rolo e colocadas no germinador a 25 °C, colocadas em um saco plástico. As sementes foram armazenadas na câmara BOD a 25 °C e fotoperíodo de 16/8 horas (Figura 2).



Figura 2. Sementes dispostas sobre o papel Germitest®, separadas em rolos de papel. Cada tratamento colocado em saco plástico separados, e acondicionados em B.O.D.

Primeira e segunda contagem de germinação

Resultado obtido através do registro da porcentagem de plântulas normais, normais e inviáveis no sétimo dia após a realização do teste de germinação. As plântulas foram consideradas normais quando houve protrusão da radícula e expansão do hipocótilo. As anormais foram aquelas em que houve protrusão da radícula, mas não houve expansão do hipocótilo. As sementes inviáveis foram aquelas que não resultaram em nenhum tipo de plântula (Figura 3).

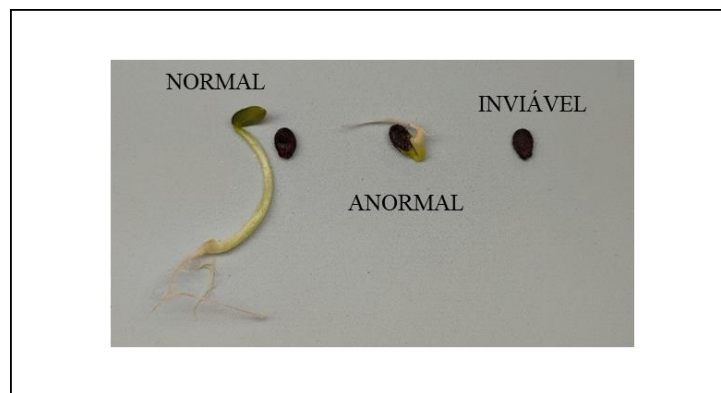


Figura 3. Critério utilizado para considerar plântulas normais, anormais e inviáveis.

Emergência

O teste foi conduzido em casa de vegetação utilizando-se bandejas plásticas contendo areia. Quatro subamostras de 50 sementes foram distribuídas em sulcos longitudinais de 2,5 cm de profundidade. Foram feitas irrigações sempre que necessário. A avaliação foi realizada aos 21 dias após a semeadura computando-se a porcentagem de plântulas emersas por tratamento. (Figura 4).



Figura 4. Bandejas com areia autoclavada onde as sementes foram semeadas separadas por tamanho e por repetição.

Índice de velocidade de emergência

Utilizando quatro amostras com 50 sementes para cada tratamento, distribuídas em bandejas plásticas contendo areia autoclavada antes da instalação do experimento. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação. Foram feitas contagens diárias do número de plântulas emergidas até 21 dias após a semeadura, calculando-se o índice de velocidade de emergência através da equação utilizada por Popinigis (1977).

$$IVE = (E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn)$$

Em que:

IVE – Índice de velocidade de emergência;

E – Número de plantas emergidas em cada dia;

N – Número de dias decorridos desde a colocação em bandejas.

Morfologia interna das sementes pela técnica de raios-X

O teste de raios-X foi realizado com 525 sementes de melancia, com 7 repetições de 25 sementes, dispostas em placas de acetato transparente sobre fita adesiva de dupla face. As sementes foram submetidas à radiação em equipamento de raios X “Faxitron HP”, modelo 43855A, na intensidade de 27 Kv por 10 segundos. Após a exposição à radiação, as imagens digitais, foram analisadas por meio do puglins IJCropSeed desenvolvido para o software ImageJ® possibilitando a coleta de dados como: área (mm²); perímetro (mm); circunferência (circularidade); solidez; densidade relativa (cinza.pixel⁻¹); densidade integrada (cinza.mm2.pixel-1) e preenchimento (%) (Medeiros et al., 2020).

Comprimento da parte aérea

As plântulas normais que emergiram ao final do experimento de emergência foram coletadas e a parte aérea foi medida com régua do colo da plântula até a interseção do primeiro par de folhas e o resultado expresso em centímetros (cm).

Comprimento da raiz

As plântulas normais geradas no experimento de emergência foram coletadas e a parte aérea foi separada das raízes no colo da plântula. As raízes foram medidas com régua da interseção do colo até a extremidade da raiz primária. Os resultados foram expressos em cm.

Massa seca da parte aérea

Após serem medidas as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel com peso conhecido, pesadas e acondicionadas em estufa à 65°C por um período de 48 horas, quando atingiu massa constante. Obtiveram-se a massa seca, em gramas (g).

Massa seca da raiz

Da mesma forma da massa seca da parte aérea, as raízes foram separadas e acondicionadas em sacos de papel com peso conhecido, pesadas e acondicionadas em estufa a 65°C por 48 horas. Depois os sacos de papel foram pesados a fim de obter a massa seca em g.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de significância, usando o software estatístico SISVAR[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho da semente interferiu significativamente nas variáveis peso de mil sementes, porcentagem de emergência até o oitavo dia, índice de velocidade de emergência, área, perímetro, circunferência, densidade relativa, densidade integrada, preenchimento, comprimento da parte aérea e da raiz, massa fresca e massa seca da parte aérea.

O peso de mil sementes foi diretamente proporcional ao tamanho das sementes, com valores variando entre 37 e 61 gramas (Tabela 1). Essa variação na massa média de sementes é um fator a se considerar, uma vez que sementes pequenas poderiam render

maior número de plantas aos produtores, já que as sementes são comercializadas em lotes de um quilograma, mas deve-se considerar a qualidade da muda e desenvolvimento da cultura.

Tabela 1. Peso de mil sementes (PMS, gramas) e teor de água (%U) de sementes de melancia separadas por tamanho (pequenas, médias e grandes).

TAMANHO DE SEMENTES	MÉDIA ± DP	
	PMS	%U
Pequenas	37,52±1,17c	5,98±0,35a
Médias	45,40±0,81b	6,18±0,26a
Grandes	60,95±3,11a	6,35±0,48a
p-valor	0,000*	0,214 ^{ns}

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * significativos à 5%. ^{ns} não significativo.

Avaliando sementes de *Vigna radiata* L., Adud et al. (2022) observaram que classificar sementes baseando-se em padrões morfológicos, como tamanho e massa, possibilita identificar sementes com maior potencial fisiológico, o que pode impactar na comercialização das sementes por se obter lotes mais vigorosos. Carvalho e Nakagawa (2012) descreveram que o peso e a quantidade de reservas estão relacionados entre si, o que pode diferenciar a qualidade de sementes da mesma espécie.

Quando se tratou do teor de água das sementes, não houve diferença significativa. Isso demonstra que as sementes estão no mesmo estágio de maturação, o que é de grande importância, como descrito por Coimbra (2009), pois a uniformidade do teor de água é indispensável para obtenção de melhor resultado nas avaliações. Marcos-Filho (2005) relata que o teor de água está diretamente ligado à longevidade das sementes, pois pode interferir diretamente nos processos metabólicos e no processo germinativo da semente.

Ao passar por processo de embebição, as sementes tiveram comportamento similar (Figura 5). A análise desse comportamento é importante, pois através dele é possível definir o padrão trifásico de hidratação da semente, através do ganho de peso. O ganho de peso da semente está diretamente ligado a absorção de água, a explicação desse grande ganho de peso inicial pode estar relacionado ao fato de a semente ter sido submersa em água livre, o que facilita na absorção da água.

Apesar do tido comportamento parecido, as sementes pequenas tiveram maior ganho de peso em relação às médias e às grandes. O que também foi observado por Leão-

Araújo (2020) em trabalho feito com sementes de *Campomanesia adamantium* comparando à embebição de sementes de diferentes tamanhos. As sementes de menor tamanho absorvem água mais rápido em comparação com as maiores por terem uma relação superfície/volume mais alta (Baalbaki et al., 2009).

Já as sementes grandes, no geral, absorvem água mais lentamente em relação às médias e às pequenas. A hidratação ocorre gradualmente, começando nos tecidos mais próximos do tegumento formando uma “frente de hidratação” à medida que a água adentra aos tecidos da semente (Marcos-filho, 2015).

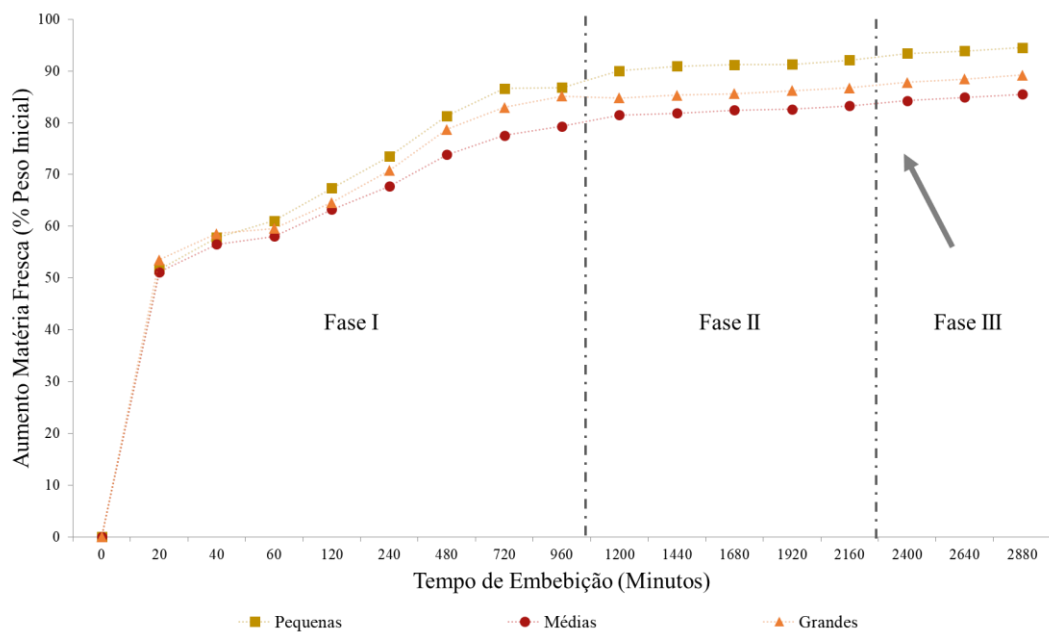


Figura 5. Padrão trifásico de absorção de água pelas sementes de melancia ‘Crimson Sweet’ pequenas, médias e grandes em função do tempo.

As sementes médias obtiveram um menor ganho de peso em relação às demais (figura 5). Diferentes estudos observaram que o tegumento, não tem função apenas de proteger o embrião e os tecidos de reserva, podendo desempenhar também um papel na regulação da germinação impedindo ou controlando a entrada de água (Smýkal et al., 2014). Podendo ser uma explicação para o menor ganho de peso das sementes médias, que em seu desenvolvimento pode ter adquirido um tegumento menos poroso ou mais rígido em relação às sementes pequenas. E, ao contrário das sementes grandes, pode estar com o seu tegumento intacto, devido à quantidade de reserva acumulada.

Willis et al. (2014) pontuou que para sementes e frutos que não apresentam dormência, o tegumento e as camadas de cobertura podem regular o padrão espacial da

água e a velocidade de absorção, o que não leva à uma dormência fisiológica, pois para que a embebição seja bloqueada seria necessária uma maior dureza dessas camadas.

Analisando a Figura 5, percebe-se o padrão trifásico de absorção de água. Na fase I pode-se constatar a rápida absorção de água, alcançando valores próximos a 70 – 80%, nas primeiras 16 horas, semelhante ao que aconteceu no trabalho de Noronha et al. (2019) que avaliou o incremento de área em sementes de moringa durante a embebição.

Conforme Marcos-Filho (2005), a primeira fase de captação de água ocorre durante oito e dezesseis horas, com o início da reativação do metabolismo e ativação respiratória e enzimática. Já o que se sugeriu como fase II, houve uma pausa no processo de absorção, entre aproximadamente 16 e 36 horas, com ganho pouco significativo quando comparado à fase I. Neste momento, pode haver síntese de enzimas, DNA e RNA. E por fim, na fase III o crescimento do embrião é retomado, culminando na protrusão da radícula, observado após 36 horas de embebição.

O processo de embebição poderia ter sido retardado caso a solução onde as sementes foram depositadas tivesse em sua constituição algum sal mineral, o que modificaria o potencial osmótico da solução em relação ao da semente (Munns e Tester, 2008; Soares et al., 2015). Situação que pode se comparar com o potencial osmótico da solução de solo.

A tabela 2 mostra que mesmo tendo sementes que não germinaram ou que germinaram com alguma imperfeição, essas diferenças não foram significativas estatisticamente. Indicando que estão dentro de um padrão aceitável de germinação. As que não germinaram são consideradas sementes inviáveis.

Tabela 2. Porcentagem de sementes não germinadas (% Não Germinadas) e de sementes inviáveis (% Inviáveis) contadas ao sétimo dia (1ª Contagem) e ao décimo quarto dia (2ª contagem) após o início do teste de germinação em sementes de melancia pequenas, médias e grandes.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES	MÉDIA ± DP			p-valor
	Pequenas	Médias	Grandes	
1ª Contagem - % Não Germinadas	28,50±5,29a	31,00±4,12a	39,00±7,75a	0,078 ^{ns}
1ª Contagem - % Inviáveis	3,00±4,34a	8,00±4,32a	9,50±1,15a	0,075 ^{ns}
2ª Contagem - % Não Germinadas	1,50±1,91a	4,50±3,00a	4,50±2,52a	0,279 ^{ns}
2ª Contagem - % Inviáveis	3,50±5,26a	5,50±1,00a	9,50±1,00a	0,065 ^{ns}

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * significativos à 5%. ns não significativo.

As que germinaram com alguma imperfeição ou fora do padrão são consideradas inviáveis ou anormais, pois não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais mesmo em condições favoráveis, o que pode estar ligada a características físicas, durante o preenchimento da semente, ou características genéticas. (Brasil, 2009). Goneli et al. (2011) pesquisando sementes de *Ricinus communis*, observaram que a qualidade de um lote de sementes está associada a quantidade de massa seca acumulada pela semente, quanto menor o valor de massa seca, maior geração de plântulas anormais.

A porcentagem de germinação de sementes não teve diferença significativa. Para sementes de diferentes tamanhos Steiner et al. (2019), que avaliaram sementes de amendoim, expostas a solução salina e estresse hídrico, e constataram que o estresse hídrico salino reduziu a taxa de germinação de sementes pequenas, mas não afetou a taxa de germinação das médias e das grandes.

Na tabela 3 é possível comparar os resultados de primeira contagem de germinação e porcentagem de germinação. Apesar de não ter observado diferença significativa entre os tratamentos em primeira contagem de germinação (PC) e porcentagem de germinação (%G), houve diferença para os valores de IVE. Desse modo, foi observado maior crescimento em plântulas oriundas de sementes grandes quando comparadas às sementes médias e pequenas.

Tabela 3. Primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de melancia separadas por tamanho (pequenas, médias e grandes).

TAMANHO DE SEMENTES	MÉDIA ± DP		
	PC	%G	IVE
Pequenas	51,50±5,26a	89,00±3,83a	68,77±3,67c
Médias	63,50±7,89a	90,00±3,65a	74,80±1,85b
Grandes	66,00±8,64a	94,00±2,83a	79,38±2,22a
p-valor	0,047 ^{ns}	0,153 ^{ns}	0,001 [*]

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * significativos à 5%. ^{ns} não significativo.

Quando se trata de produção de mudas, a uniformidade de germinação e emergência influencia no desempenho das mudas, sendo assim o número de mudas contadas nas primeiras contagens se relaciona ao potencial fisiológico do lote de sementes (Marcos-filho, 2015).

A figura 6 mostra que a porcentagem de emergência apresenta um crescimento inicial expressivo para sementes grandes até o oitavo dia após plantio (DAP). Mesmo havendo uma estabilidade entre os outros tamanhos do décimo até o vigésimo segundo DAP.

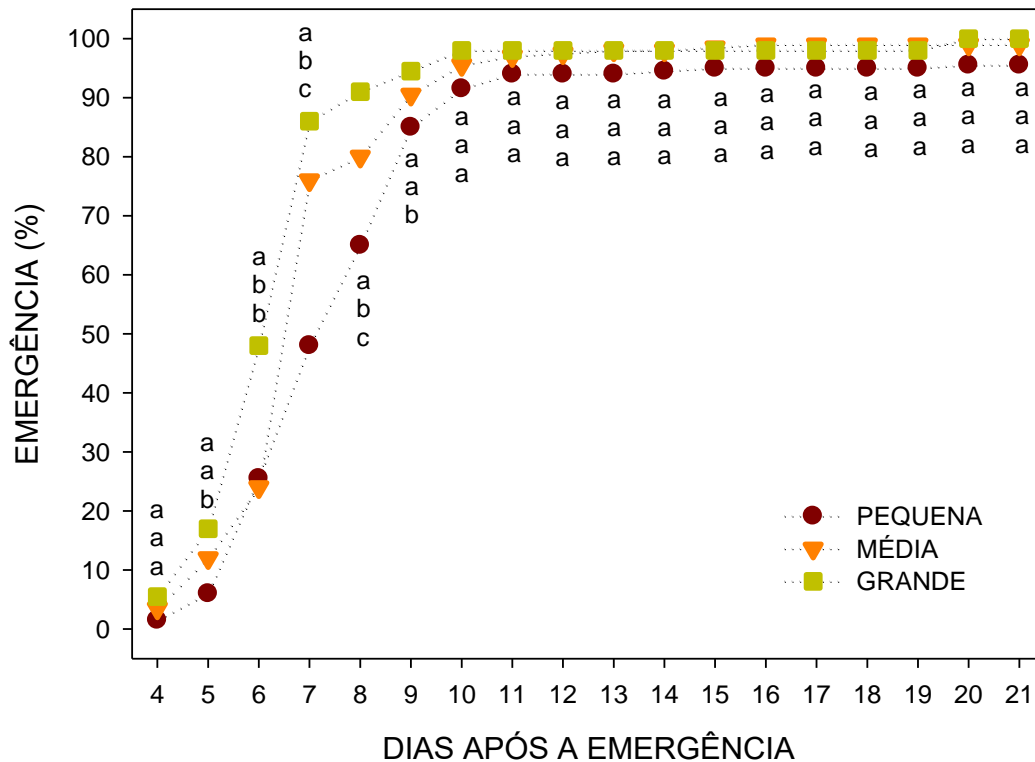


Figura 6. Porcentagem de emergência de sementes de melancia ‘Crimson Sweet’ pequenas, médias e grandes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre elas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Esse arranque inicial é muito importante para determinar a capacidade de estabelecimento e uniformidade de emergência das plântulas, já que a maior qualidade fisiológica da semente está relacionada com a velocidade nos processos metabólicos (Munizzi et al., 2010). Além disso, sementes de tamanhos diferentes podem ter níveis diferentes de reserva, podendo apresentar melhor capacidade de germinação e crescimento inicial das plântulas (Shahi et al., 2015). A mobilização das reservas pela semente para o processo de germinação (Sikder et al., 2009) e capacidade de utilização de forma mais eficiente dessa reserva (Bewley et al., 2013) também podem justificar o melhor arranque inicial das sementes grandes.

Os resultados do teste de raios-X, mostraram que as sementes pequenas apresentaram diferenças para todas as variáveis em relação às médias e as grandes. Para

a variável densidade relativa, as sementes grandes se sobressaíram, pois a densidade relativa está diretamente ligada com o espaço ocupado pelo embrião no interior da semente. As sementes grandes e médias não apresentaram diferenças significativas quanto ao preenchimento, porém ambas sobressaíram às sementes pequenas, podendo indicar uma melhor formação do embrião e uma maior quantidade de material de reserva contido na semente (Tabela 4).

Tabela 4. Critérios avaliados através de teste de raios-X em sementes de melancia pequenas, médias e grandes.

VARIÁVEIS	MÉDIA ± DP			p-valor
	Pequenas	Médias	Grandes	
Área (mm ²)	29,60±2,04c	32,60±2,36b	41,04±2,42a	0,000*
Perímetro (mm)	21,33±0,74c	22,38±0,82b	25,17±0,76a	0,000*
Circunferência (circularidade)	0,81±0,012b	0,82±0,015a	0,82±0,014a	0,013*
Solidez	0,99±0,00a	0,99±0,00a	0,99±0,00a	0,059 ^{ns}
Densidade relativa (cinza.pixel ⁻¹)	39,86±13,60c	60,10±11,00b	64,43±8,11a	0,000*
Densidade integrada (cinza mm ² pixel ⁻¹)	1625±326,44b	1890±283,59a	1940±283,02a	0,000*
Preenchimento (%)	98,41±1,41b	98,78±2,05a	99,12±0,62a	0,000*

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * significativos à 5%. ^{ns} não significativo.

Estudando sementes de Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*), Silva, et al. (2013) confirmaram que a identificação de espaços vazios em sementes pode interferir diretamente na germinação de plântulas normais. O que também foi relatado em trabalhos com semente de Aroeira (Machado e Cicero, 2003), de berinjela (Silva et al., 2012), de *Xylopia aromatica* (Socolowski et al., 2011) e de *Anadenanthera peregrina* L. (Pinheiro et al., 2022).

Sementes com valores de densidade tecidual, enchimento, e solidez maiores apresentam maior germinação e vigor. Há também relação direta entre preenchimento e densidade de tecido com qualidade fisiológica das sementes, resultados observados em espécies agrícolas como tomate (Borges et al., 2019) e *Jatropha curcas* (Medeiros et al., 2020) e em espécies florestais como *L. leucocephala* (Medeiros et al., 2018), *M. polymorphum* (Faria et al., 2019) e *M. oleifera* (Noronha et al., 2019).

Quando comparadas as imagens de raios-X (A) com as fotos do teste de germinação na primeira contagem (B) e na última contagem (C), é possível visualizar que mesmo tendo algumas sementes que não germinaram na primeira contagem, ou que estavam fora do padrão, na última contagem as que germinaram fora do padrão se

igualaram as que germinaram normalmente (figura 7), mas algumas sementes não germinaram.

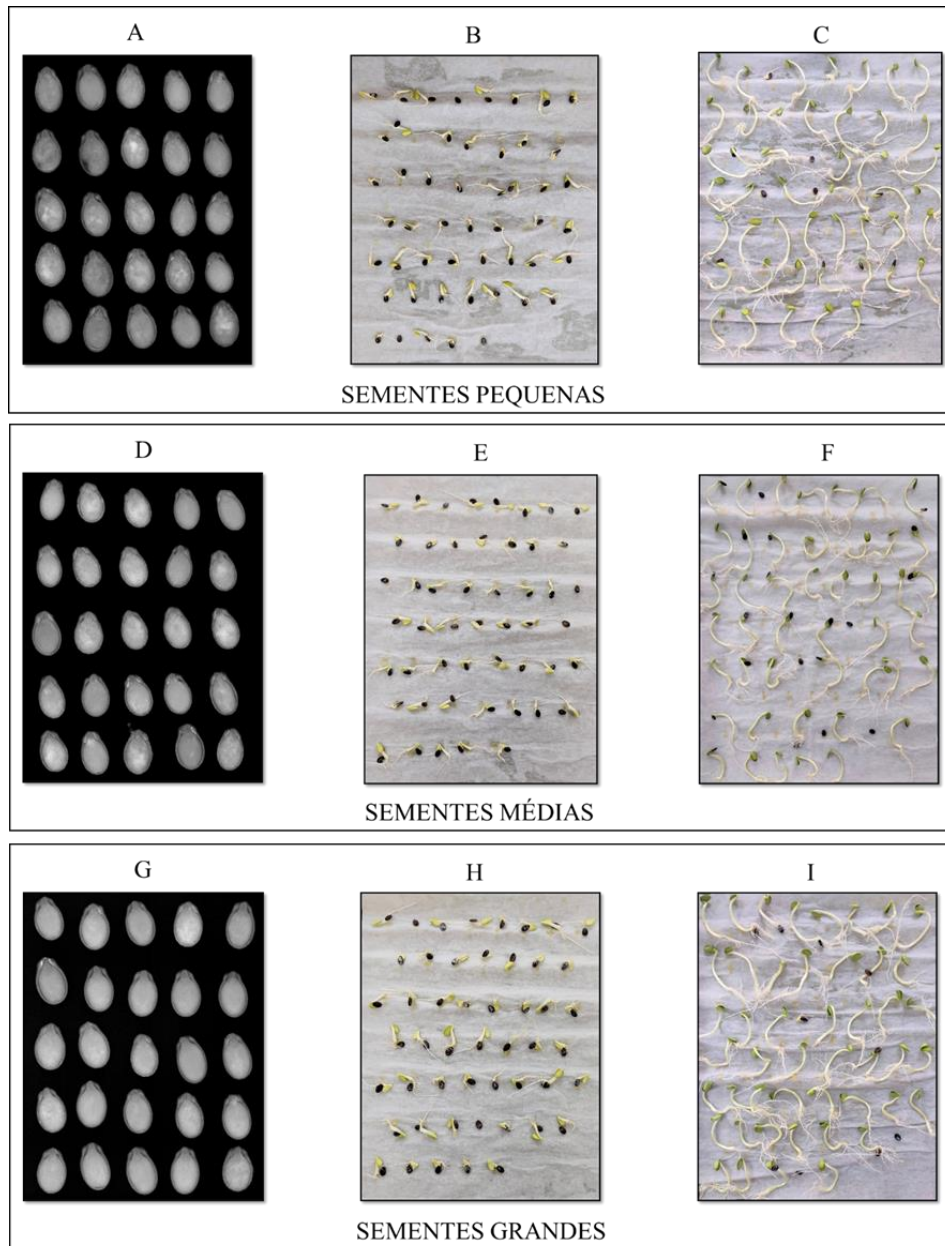


Figura 7. Imagem de raio-x (A, D, G), teste de germinação aos sete dias (B, E, H), teste de germinação aos 14 dias (C, F, I) em sementes ‘Crimson Sweet’ em função do tamanho pequeno, médio e grande. Foto: Oliveira (2022).

Quanto maior o número de plântulas contadas na primeira contagem, maior o potencial fisiológico do lote de sementes, pois em geral indica uma maior correspondência com o número de plantas (Marcos-filho, 2015).

Não se observaram diferenças estatísticas para as variáveis massa fresca e massa seca da raiz, mas as sementes grandes apresentaram melhor resultado para comprimento de parte aérea e de raiz, e para massa fresca e massa seca de parte aérea (Tabela 5).

Tabela 5. Critérios avaliados ao final da emergência em plântulas oriundas de sementes de melancia pequenas, médias e grandes.

VARIÁVEIS	MÉDIA ± DP			p-valor
	Pequenas	Médias	Grandes	
Comprimento da parte aérea (cm)	6,12±0,58b	6,40±0,59b	6,87±0,92a	0,007*
Comprimento da raiz (cm)	2,48±0,96b	2,64±0,11 ab	2,83±0,20a	0,025*
Massa fresca da parte aérea (g)	16,12±0,32c	21,36±0,90b	27,23±2,30a	0,000*
Massa fresca da raiz (g)	2,33±1,65a	2,96±1,98a	2,43±0,94a	0,863 ^{ns}
Massa seca da parte aérea (g)	1,93±0,07b	2,11±0,45b	2,96±0,24a	0,012*
Massa seca da raiz (g)	1,26±0,54a	1,43±0,60a	1,16±0,39a	0,819 ^{ns}

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * significativos à 5%. ^{ns} não significativo.

Na figura 8, tem-se o comprimento da parte aérea e da raiz destacando a diferença estatística das sementes grandes em relação às outras, comparados com imagem de plântulas dos três tamanhos.

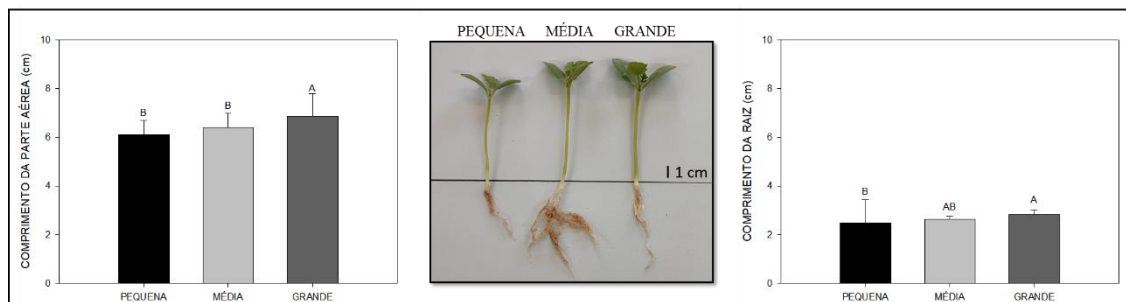


Figura 8. Comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas provenientes de sementes com diferentes tamanhos.

Imagens de raios-X mostraram a densidade relativa das sementes comparadas com as plântulas geradas, o que pode explicar a desuniformidade das plântulas para sementes pequenas e médias e o melhor resultado para as sementes grandes, relacionada a quantidade de material de reserva contidos nas sementes.

Em trabalho avaliando sementes de *Moringa oleifera* Lam. Noronha et al. (2018) concluíram que a identificação de espaços vazios no interior das sementes, através de imagens de raios-X, facilita na identificação de lotes de sementes que irão gerar plântulas

normais, pois o preenchimento da semente está ligado à quantidade de reserva que será utilizada pelo embrião. Explicando também a desuniformidade no tamanho das plântulas.

A análise de imagens radiográficas de sementes de *Piptadenia gonoacantha* proporciona a identificação de danos e má formações nas sementes, o que permite a classificação de acordo com o seu vigor, já que a qualidade fisiológica da semente está diretamente ligada com sua integridade física e a formação de tecidos em seu interior (Pinheiro et al., 2020).

CONCLUSÃO

O tamanho não influencia na germinação das sementes. Para os três tamanhos de sementes, a absorção segue um padrão trifásico e a protrusão da radícula ocorre 36 horas após imersão em água. O teste de raios-X se é uma alternativa muito viável na determinação do vigor das sementes, através dos resultados de densidade relativa e preenchimento das sementes. As imagens auxiliam na observação da presença ou ausência de danos ou espaços vazios.

As sementes maiores tiveram um maior arranque inicial na emergência, o que pode garantir um melhor crescimento da plântula, caso a intenção seja produção de mudas. Trabalhos futuros podem identificar se o tamanho da semente e a velocidade de emergência afetarão o desenvolvimento da cultura no campo. O resultado do trabalho mostra a necessidade de uma nova classificação de sementes dentro do mesmo lote.

REFERÊNCIAS

BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; McDONALD, M.B. *Seed vigor testing handbook*. Ithaca: Association of Official Seed Analysts, (Contribution, 32). 2009. 341p.

BEWLEY, J. D. et al. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. 3. ed. New York: Springer, 2013. <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=6S75BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=BEWLEY,+J.+D.+et+al.+Seed+s:+physiology+of+development,+germination+and+dormancy.+3.+ed.+New+York:+Springer,+2013.+&ots=SGretmCyXa&sig=CPFYJ8Obh5BU65CZKmKiA3gp9A#v=onepage&q=BEWLEY%2C%20J.%20D.%20et%20al.%20Seeds%3A%20physiology%20of%20development%2C%20germination%20and%20dormancy.%203.%20ed.%20New%20York%3A%20Springer%2C%202013.&f=false>

BORGES, S.R.S.; SILVA, P.P.; ARAÚJO, F.S.; SOUZA, F.F.J.; NASCIMENTO, W.M. Tomato seed image analysis during the maturation. *Journal of Seed Science*. v. 41, p. 22-31, 2019. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Dos-Santos-Araujo/publication/332070887_Tomato_seed_image_analysis_during_the_maturation/links/5c9d926245851506d731b78b/Tomato-seed-image-analysis-during-the-maturation.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para Análise de Sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p. http://https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf

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

COIMBRA, R.A.; MARTINS, C.C.; TOMAZ, C.A.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). *Ciência Rural*. v. 39, p. 2402-2408, 2009. <https://www.scielo.br/j/cr/a/j9VggMkQZKHBWcfqjBfYN3D/?lang=pt&format=html>.

FARIA, J.C.T.; MELO, L.A.; ASSUMPCÃO, C.R.M.; BRONDANI, G.E.; BREIER, T.B.; FARIA, J.M.R. Physical quality of seeds of *Moquiniastrum polymorphum*. *Brazilian Journal of Biology*. v. 79, p. 63-69, 2019. <https://www.scielo.br/j/bjb/a/fWBkcRWfWN8V9vfjDSjBcKF/abstract/?lang=en>.

GONELI, A. L. D. et al. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 33, n. 1, p. 1-8, 2011. <https://www.scielo.br/j/asagr/a/jxpn8CYQwQcMSdXBvY3zrC/?lang=pt&stop=previous&format=html>.

JUNIOR, F.B.S.; SOUSA, G.G.; SOUSA, J.T.M.; LESSA, C.I.N; SILVA, F.D.B. Salt stress and ambience on the production of watermelon seedlings. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 2, p. 518-528, 2020. <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/xwwWckcmJvqZR5ZXBCD7BYx/?format=pdf&lang=en>.

LEAO-ARAÚJO, E.F.; SOUZA, E.R.B.; PEIXOTO, N.; SANTOS, W.V.; COSTA, L.L.; GOMES-JUNIOR, F.G. Seed and fruit size affect soaking and physiological seed quality in *Campomanesia adamantium*? *Journal of Seed Science*, v.42, e202042035, 2020. <https://www.scielo.br/j/jss/a/qC9NFYXWywqzkTNjDD9qnQm/abstract/?lang=pt>.

MACHADO, C.F.; CICERO, S.M. Aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. Anacardiaceae) seed quality evaluation by the X-ray test. *Scientia Agricola*, v. 60, n. 2, p. 393-397, 2003. <https://www.scielo.br/j/sa/a/LyT6VH9Mt34qdXRBVPJXyXb/abstract/?lang=en>.

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

MARCOS-FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: Abrates, 2015. 616p.

- MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, presente and future perspective. *Scientia Agricola*. v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015. <https://www.scielo.br/j/sa/a/TCgVpMYmRWtGn6dQSSsQVbJ/abstract/?lang=en>.
- MEDEIROS, A.D.; ARAÚJO, J.O.; LEÓN, M.J.Z.; SILVA, L.J.; DIAS, D.C.F.S. Parameters based on X-ray images to assess the physical and physiological quality of *Leucaena leucocephala* seeds. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 42, n. 6, p. 643-52. 2018. <https://www.scielo.br/j/cagro/a/LMGLxm354qcjgCNM9Ffj84d/abstract/?lang=en>.
- MEDEIROS, A.D.; PINHEIRO, D.T.; XAVIER, W.A.; SILVA, L.J.; DIAS, D.C.F.S. Quality classification of *Jatropha curcas* seeds using radiographic images and machine learning. *Industrial Crops and Products*. v. 146, 112162, 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669020300789>.
- MEDEIROS, A.D., SILVA, L.J., SILVA, J.M., DIAS, D.C.F.S., PEREIRA, M.D. IJCropSeed: An open-access tool for high-throughput analysis of crop seed radiographs. *Computers and Electronics in Agriculture*. v. 175, 105555, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105555>.
- MOLINA, R.; LÓPEZ-SANTOS, C.; GÓMEZ-RAMÍREZ, A.; VÍLCHEZ, A.; ESPINÓS, J.P.; GONZÁLEZ-ELIPE, A.R. Influence of irrigation conditions in the germination of plasma treated *Nasturtium* seeds. *Scientific Reports*, v. 8, 16442, 2018. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-34801-0#citeas>.
- MUNIZZI, A., et al. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Sementes*. v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010. <https://www.scielo.br/j/rbs/a/yFMRvxvbtNG8jRq7v3dnrJK/?lang=pt&format=html>.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008. https://www.researchgate.net/profile/Morteza-Sheikh-Assadi/post/What-are-the-best-plant-salt-tolerance-references/attachment/59d645cfc49f478072eae124/AS%3A273828830220293%401442297288740/download/ANRV342-PP59-26_ARI_27_March_2008_1-54_Mechanisms_of_Salinity_Tolerance.pdf.
- NORONHA, B.G.; MEDEIROS, A.D.; PEREIRA, M.D. Assessment of the physiological quality of *Moringa oleifera* Lam. seeds. *Ciência Florestal*, v. 28, n. 1, p. 393-402, 2018. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/Bwq8VnK5RSsHTzfcjDcSH4H/?format=pdf&lang=pt>.
- NORONHA, B.G.; MEDEIROS, A.D.; PEREIRA, M.D. Area increment in moringa seeds during imbibition by image analysis. *Ciência Florestal*, v. 29, n. 1, p. 221-232, 2019. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/Kh4XkwKZ65PxpjSZJxX9Z3PN/?format=pdf&lang=pt>.
- PINHEIRO, D.T.; CAPOBIANGO, N.P.; MEDEIROS, A.D.; CAIAFA, K.F.; DIAS, D.C.F.S.; PINHEIRO, A.L. Assessment of the physical and physiological quality of *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. Using image analysis. *Revista Árvore*, 44: e4426, 2020. <https://www.scielo.br/j/rarv/a/pLQhtJPhS7zGyrWD7gPZkpN/abstract/?lang=en#>.

PINHEIRO D.T.; MEDEIROS, A.D.; SOARES, T.F.S.N.; CAPOBIANGO, N.P.; DIAS, D.C.F.S. Image analysis using X-ray to evaluate seed quality of *Anadenanthera peregrina* (L) Speg. *Ciência Florestal*, v. 32, n. 3, p. 1309-1322, 2022. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/63239/48984>.

PINTO, C.A.G.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; DOURADO-NETO, D.; SILVA, C.B.; MARCOS-FILHO, J. Relationship between size and physiological potential of soyabean seeds under variations in water availability. *Seed Science and Technology*, v. 46, n. 3, p. 497-510, 2018. <https://www.ingentaconnect.com/content/ista/sst/2018/00000046/00000003/art00007#>.

PINTO, J.A.; MANHONE, P.R.; VENANCIO, L.P.; LOPES, J.C. Qualidade fisiológica de sementes de melancia em função da pré-hidratação e armazenamento. *Revista Núcleos*, v. 18, n. 1, 2021. <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/3737>.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

RIBEIRO, M.I.; RODRIGUES, G.A.G.; BAZZANELLA, A.P.; MARTINS, S.; CORSATO, J.M.; FORTES, A.M.T. Curva de embebição e mobilização de reservas em sementes de *Mimosa flocculosa* submetidas à superação de dormência. *Iheringia, Série Botânica*, v. 76: e2021016, 2021. <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/812/532>.

SHAHI, C.V. et al. How seed size and water stress affect the seed germination and seedling growth in wheat varieties? *Current Agriculture Research Journal*, v. 3, n. 1, p. 60-68, 2015. <http://www.agriculturejournal.org/volume3number1/how-seed-size-and-water-stress-effect-the-seed-germination-and-seedling-growth-in-wheat-varieties/>.

SIKDER, S.; HASAN, M.A.; HOSSAIN, M.S. Germination characteristics and mobilization of seed reserves in maize varieties as influenced by temperature regimes. *Journal of Agricultural and Rural Development*, v. 7, n. 1-2, p. 51-56, 2009. <https://www.banglajol.info/index.php/jard/article/view/4421>.

SILVA, V.N.; CICERO, S.M.; BENNETT, M. Relationship between eggplant seed morphology and germination. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 4, p. 597-604, 2012. <https://www.scielo.br/j/rbs/a/xZz76NQR9gtNrXszrSvGw6s/abstract/?lang=en>.

SILVA, V.N.; SARMENTO, M.B.; SILVERIA, A.C.; SILVA, C.S.; CICERO, S.M. Avaliação da morfologia interna de sementes de *Acca sellowiana* O. Berg por meio de análise de imagens. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 4, p. 1158-1169, 2013. <https://www.scielo.br/j/rbf/a/jmTSMNmmsSmCCB99zgYgKB/?format=pdf&lang=pt>.

SILVA, J.A.; MEDEIROS, A.D.; PEREIRA, M.D.; RAMOS, A.K.F.; SILVA, L.J. Seed quality analysis of *Senna siamea* Lam. Using image analysis techniques. *Journal of seed science*, v. 42, e202042042, 2020. <https://www.scielo.br/j/jss/a/KVKpMZ4ZcktRSH7QWSGnQLF/abstract/?lang=en>.

SILVA, A.V.; SILVA, C.M.; GONÇALVES, C.N.; FILHO, M.C.O.; PEREIRA, C.S.; ANDRADE, M.J.K.L.; PESSOA, W.R.L.S. Productive potential of watermelon under different plant spacings in the semi-arid region of Brazil. *Australian Journal of Crop Science, AJCS*, v. 15, n. 2, p. 238-243. 2021. https://www.cropj.com/silva_15_2_2021_238_243.pdf.

SMÝKAL, P.; VERNOUD, V.; BLAIR, M.W.; SOUKUP, A.; THOMPSON, R.D. The role of the testa during development and in establishment of dormancy of the legume sees. *Frontiers in Plant Science*, v. 5, 351, 2014. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2014.00351/full>.

SOARES, M.M. et al. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 4, p. 370-378, 2015. <https://www.scielo.br/j/pat/a/fJjRpgf5sJ5N9Jx7wxJGcCw/?lang=pt&format=html>.

SOCOLOWSKI, F.; CICERO, S.M.; VIEIRA, D.C.M. Seed weight of *Xylopia aromatica* (Annonaceae): quality evaluation from X-ray and seedling emergence. *Scientia Agricola*, v. 68, n. 6, p. 643-646, 2011. <https://www.scielo.br/j/sa/a/JHZzMq4Sm7G4sXt98dBYVMh/abstract/?lang=en>.

STEINER, F.; ZUFFO, A.M.; BUSCH, A.; SOUZA, T.O.; ZOZ, T. Does seed size affect the germination rate and seedling growth of peanut under salinity and water stress? *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 49, e54353, 2019. <https://www.scielo.br/j/pat/a/3s6vb7KxKWdM9mzgjCCmtym/?lang=en&format=html>.

WILLIS, C.G.; BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M.; AULD, J.R.; VENABLE, D.L.; CAVENDER-BARES, J.; DONOHUE, K., RUBIO-DE-CASAS, R. The evolution of seed dormancy: environmental cues, evolutionary hubs, and diversification of the seed plants. *New Phytologist*. v. 203, p. 300-309, 2014. <https://doi.org/10.1111/nph.12782>.