



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

MOADIR DE SOUSA LEITE

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MELÃO POR MEIO DA
ANÁLISE AUTOMATIZADA (Vigor-S)**

MOSSORÓ-RN

2020

MOADIR DE SOUSA LEITE

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MELÃO POR MEIO DA
ANÁLISE AUTOMATIZADA (Vigor-S)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Sementes

Orientador: Prof. Dr. Salvador Barros Torres

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Guilhien
Gomes-Junior

MOSSORÓ-RN

2020

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

L533p Leite, Moadir de Sousa.
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MELÃO POR
MEIO DA ANÁLISE AUTOMATIZADA (Vigor-S) / Moadir
de Sousa Leite. - 2020.
53 f. : il.

Orientador: Salvador Barros Torres.
Coorientador: Francisco Guilhien Gomes-Junior.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2020.

1. Cucumis melo L.. 2. Cucurbitaceae. 3.
Análise de imagens. 4. Qualidade fisiológica. I.
Torres, Salvador Barros, orient. II. Gomes-
Junior, Francisco Guilhien, co-orient. III.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MOADIR DE SOUSA LEITE

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MELÃO POR MEIO DA
ANÁLISE AUTOMATIZADA (Vigor-S)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Sementes

Defendida em: 20 / 02 / 2020.

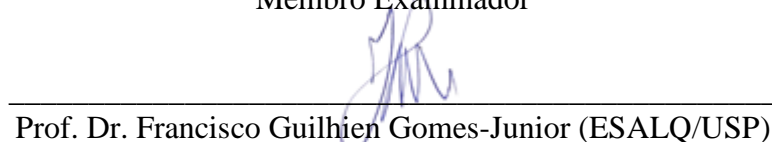
BANCA EXAMINADORA



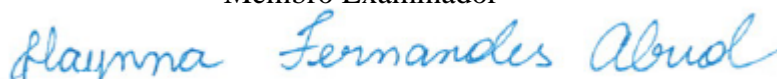
Prof. Dr. Salvador Barros Torres (EMPARN/UFERSA)
Presidente



Prof. Dra. Emanoela Pereira de Paiva (UFERSA)
Membro Examinador



Prof. Dr. Francisco Guilhien Gomes-Junior (ESALQ/USP)
Membro Examinador



Prof. Dra. Haynna Fernandes Abud (Image Pesquisas)
Membro Examinador

Ao meu pai, Moacir Lima Leite (In Memoriam), que sempre lutou e batalhou para dar educação e uma vida digna aos seus filhos.

A minha mãe, Antonia Ribeiro de Sousa Leite, minha esposa, Ellanny Leite Pereira, e minha filha, Luma Leite de Sousa, que constituem minha base sólida, o motivo da minha felicidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me proteger ao longo de todo o meu caminho, me dando forças nos momentos difíceis, me ajudando a alcançar todos os meus objetivos.

À Escola de Ensino Fundamental Nossa Senhora do Desterro (Jucás - CE), Escola de Ensino Médio Luiza Távora (Jucás - CE), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu e à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, responsáveis pela minha formação desde o maternal até o presente momento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de cursar o mestrado em um dos melhores programas de Fitotecnia do Brasil.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Dr. Salvador Barros Torres, pela orientação ao longo de toda a minha caminhada na UFERSA, desde a graduação até o mestrado, nunca esquecerei dos seus ensinamentos.

Ao meu coorientador, Dr. Francisco Guilhien Gomes-Junior, e ao amigo Carlos Henrique Queiroz Rego, pela importante contribuição na execução dos testes de imagens em Piracicaba-SP.

À empresa Sakata Seed Sudamerica®, pela doação das sementes utilizadas nessa pesquisa.

Aos amigos e companheiros de pesquisa da UFERSA, André Silva, Assis Neto, Caio Leal, Cleyton Fernandes, Emanoela Paiva, José Eduardo, Keylan Guirra, Letícia Rêgo, Maria Lília, Narjara Nogueira, Rômulo Magno e Sara Monaliza, obrigado por tudo.

Ao meu pai, o grande Moacir Lima Leite, por todos os ensinamentos, conselhos e apoio, tendo lutado a vida inteira pelo bem de seus filhos.

À minha mãe, Antonia Ribeiro de Sousa Leite, pela educação, luta e amor, você é a minha guerreira, a melhor mãe do mundo.

Aos meus irmãos Maria Zenilda Lima Leite, Maria Denilza de Souza Leite, Tiago de Sousa Leite e Moacir Lima Leite Júnior, essa conquista não é só minha, mas de todos nós.

À minha esposa, Ellanny Leite Pereira e minha filha, Luma Leite de Sousa, por estarem comigo na tempestade e na bonança, sempre me fazendo sorrir.

Não adianta ter mestrado ou doutorado e não cumprimentar o porteiro, não tratar bem o garçom, o cobrador do ônibus, e não ser gentil com as pessoas. Não adianta nem ser formado, se não for educado.

Autor desconhecido

RESUMO

O melão é uma olerícola de grande importância alimentícia e nutricional, motivos pelos quais o seu cultivo vem crescendo mundialmente. Em função disso, investimentos em tecnologias serão necessários, especialmente no tocante à qualidade de sementes utilizadas no estabelecimento de novas áreas. Nesse sentido, objetivou-se verificar a eficiência do Sistema de Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S) na avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão. Foram utilizados oito lotes de sementes; quatro do híbrido Supreme e quatro do Premier. O potencial fisiológico das sementes foi inicialmente mensurado por meio dos seguintes testes: germinação; primeira contagem de germinação; comprimento de parte aérea e raiz e massa seca total de plântulas do teste de germinação; emergência de plântulas; índice de velocidade de emergência; massa seca da parte aérea de plântulas emergidas; condutividade elétrica; lixiviação de potássio; deterioração controlada; envelhecimento acelerado tradicional; envelhecimento acelerado em solução saturada de NaCl; e análise automatizada do vigor de sementes (Vigor-S), que englobou a análise de plântulas do teste de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado em solução saturada de NaCl. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Realizou-se ainda a correlação simples de Pearson entre os resultados dos testes de vigor tradicionais e a análise automatizada do vigor de sementes (Vigor-S). Os resultados indicaram eficiência do sistema de análise automatizada, sobretudo quando este foi utilizado juntamente aos testes de envelhecimento acelerado tradicional e em solução saturada de NaCl, com resultados semelhantes aos obtidos nos testes de vigor tradicionais. Dessa forma, conclui-se que o sistema Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S) é eficiente na avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.. Cucurbitaceae. Análise de imagens. Qualidade fisiológica.

ABSTRACT

Melon is a vegetable of great food and nutritional importance, which is why its cultivation has been growing worldwide. As a result, investments in technologies will be needed, especially regarding the quality of seeds used in the establishment of new areas. In this sense, the objective was to verify the effectiveness of the Automated Analysis of Seed Vigor system (Vigor-S) in evaluating the physiological potential of melon seeds. Eight seed lots were used; four from the Supreme hybrid and four from the Premier. The physiological potential of the seeds was initially measured by the following tests : germination; first germination count; shoot and root length and total dry mass of seedlings from the germination test; seedling emergence; emergency speed index; shoot dry mass of emerged seedlings; electric conductivity; potassium leaching; controlled deterioration; traditional accelerated aging; accelerated aging in saturated NaCl solution; and automated analysis of seed vigor (Vigor-S), which included the analysis of seedlings from the germination test, traditional accelerated aging and accelerated aging in saturated NaCl solution. The experiment was conducted in a completely randomized design, with five replications. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test. Pearson's simple correlation was also performed between traditional vigor test results and automated analysis of seed vigor (Vigor-S). The results indicated the effectiveness of the automated analysis system, especially when it was used together with the tests of traditional accelerated aging and in saturated NaCl solution, with results similar to those obtained in the traditional vigor tests. Thus, it is concluded that the Automated Analysis of Seed Vigor system (Vigor-S) is effective in evaluating the physiological potential of melon seeds.

Keywords: *Cucumis melo* L. Cucurbitaceae. Image analysis. Physiological quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Sementes de *Cucumis melo* L. semeadas em papel-toalha, visando a obtenção de plântulas para execução da análise de imagens.26
- Figura 2 - Plântulas de *Cucumis melo* L. dispostas no interior da caixa metálica contendo um escâner HP Scanjet 200 montado de forma invertida no seu interior, sendo este acoplado ao computador com o programa Vigor-S.27
- Figura 3 - Plântulas provenientes do teste de germinação tradicional (A), envelhecimento acelerado tradicional (B) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (C), aos três dias após a semeadura.28
- Figura 4 - Interface do programa Vigor-S, com destaque para o item configurações, onde foram ajustados os valores pré-determinados para a avaliação.29
- Figura 5 - Aspectos gerais da análise de plântulas de *Cucumis melo* L. pelo programa Vigor-S. (1) Plântula de *Cucumis melo* L. analisada pelo Vigor-S, com destaque para o hipocótilo (cor azul) e raiz (cor vermelha); (2) Barra de resultados contendo o resumo da análise da amostra; (3) Janela de informações contendo a identificação da amostra analisada, bem como os dados individuais da análise de cada uma das vinte sementes/plântulas avaliadas.30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Teores de água inicial (TAI), após o envelhecimento acelerado tradicional (TAEAT) e com solução saturada de NaCl (TAEAS) e após a deterioração controlada (TADC) de lotes de sementes de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme. 32
- Tabela 2 - Germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca total (MST), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plântulas de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme. 33
- Tabela 3 - Condutividade elétrica (CE 8h e CE 24h), lixiviação de potássio (LK), deterioração controlada (DC), envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EAS) de lotes de sementes de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme. 35
- Tabela 4 - Índices de vigor (IV), crescimento (IC) e uniformidade (IU), comprimento do hipocótilo, raiz e total de plântulas de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme, provenientes do teste de germinação tradicional e analisados por meio da análise de imagens (Vigor-S). 37
- Tabela 5 - Índices de vigor (IV), crescimento (IC) e uniformidade (IU), comprimento do hipocótilo, raiz e total de plântulas de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme, provenientes do teste de envelhecimento acelerado tradicional e analisados por meio da análise de imagens (Vigor-S). 38
- Tabela 6 - Índice de vigor (IV), crescimento (IC) e uniformidade (IU), comprimento do hipocótilo, raiz e total de plântulas de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme, provenientes do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl e analisados por meio da análise de imagens (Vigor-S). 39
- Tabela 7 - Coeficientes de correlação de Pearson entre o índice de vigor proveniente da análise de imagens (Vigor-S) do teste de germinação (IV-G), envelhecimento acelerado tradicional (IV-EAT) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (IV-EAS) e os testes de germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca total (MST), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MSPA), condutividade elétrica

(CE 8h e CE 24h), lixiviação de potássio (LK), deterioração controlada (DC) e envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e com solução saturada de NaCl (EAS) de lotes de sementes de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme.41

Tabela 8 - Quadrados médios para germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa seca total (MST), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MSPA), condutividade elétrica (CE 8h e CE 24h), lixiviação de potássio (LK), deterioração controlada (DC) e envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e com solução saturada de NaCl (EAS), índices de vigor (IV-G; IV-EAT; IV-EAS), crescimento (IC-G; IC-EAT; IC-EAS) e uniformidade (IU-G; IU-EAT; IU-EAS), comprimento de hipocótilo, raiz e total provenientes da análise de imagens (Vigor-S) do teste de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, respectivamente, híbrido Premier.52

Tabela 9 - Quadrados médios para germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa seca total (MST), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MSPA), condutividade elétrica (CE 8h e CE 24h), lixiviação de potássio (LK), deterioração controlada (DC) e envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e com solução saturada de NaCl (EAS), índices de vigor (IV-G; IV-EAT; IV-EAS), crescimento (IC-G; IC-EAT; IC-EAS) e uniformidade (IU-G; IU-EAT; IU-EAS), comprimento de hipocótilo, raiz e total provenientes da análise de imagens (Vigor-S) do teste de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, respectivamente, híbrido Supreme.53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1. A cultura do melão.....	17
2.2. Testes de vigor.....	18
2.3. Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S).....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Teor de água (TA).....	23
3.2. Germinação (G) e primeira contagem de germinação (PC).....	23
3.3. Comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR) de plântulas.....	23
3.4. Massa seca total (MST) de plântulas.....	23
3.5. Emergência de plântulas (E).....	23
3.6. Índice de velocidade de emergência (IVE).....	24
3.7. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plântulas.....	24
3.8. Condutividade elétrica (CE).....	24
3.9. Lixiviação de potássio (LK).....	24
3.10. Deterioração controlada (DC).....	24
3.11. Envelhecimento acelerado tradicional (EAT).....	25
3.12. Envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EAS).....	25
3.13. Análise de imagens de plântulas (Vigor-S).....	25
3.13.1. Análise de imagens convencional de plântulas.....	26
3.13.2. Análise de imagens de plântulas do envelhecimento acelerado tradicional.....	30

3.13.3. Análise de imagens de plântulas do envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl	30
3.14. Análise estatística	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5. CONCLUSÃO.....	43
6. REFERÊNCIAS	44
7. APÊNDICE A – Resumo da análise de variância para o híbrido Premier.....	52
8. APÊNDICE B – Resumo da análise de variância para o híbrido Supreme.....	53

1. INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma olerícola de grande importância alimentícia e nutricional, motivo pelo qual seu cultivo vem crescendo mundialmente (MEDEIROS et al., 2015). No Brasil, o agronegócio do melão destaca-se na geração de emprego e renda, principalmente no semiárido nordestino, região que apresenta condições climáticas ideais ao desenvolvimento da cultura (DEUS et al., 2015).

Grande parte da produção brasileira de melão é destinada à exportação ao mercado europeu, sendo uma das frutas com maior volume de exportação *in natura* (BESSA et al. 2018). Atualmente, o Brasil vive a expectativa da abertura do mercado asiático para exportações de melão, o que obrigaria o país a dobrar a produção atual da fruta, exigindo cada vez mais investimentos em tecnologias aplicáveis à cultura.

O plantio do meloeiro é realizado predominantemente através de mudas (semeadura indireta). Dessa forma, a utilização de sementes de alto potencial fisiológico é fundamental para a obtenção de mudas de boa qualidade (SILVA & CÍCERO, 2014), garantindo o estabelecimento de populações adequadas em campo.

Corriqueiramente, o potencial fisiológico de um lote de sementes é determinado por meio do teste de germinação. Entretanto, este avalia somente a viabilidade das sementes, fornecendo informações quanto a máxima porcentagem de germinação de um lote (LEITE et al., 2019). Dessa forma, a necessidade de se complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação e a possibilidade de utilização de recursos computacionais de alta precisão para avaliar o potencial fisiológico são imprescindíveis aos programas de controle de qualidade das empresas produtoras de sementes (CASTAN et al., 2018).

Nesse sentido, a análise automatizada do vigor de sementes surge como alternativa, favorecendo padronização, precisão, objetividade e redução do tempo necessário para a avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes (MARCOS-FILHO et al., 2009).

O sistema de Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S) foi desenvolvido inicialmente visando a avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho e soja, buscando aprimorar a precisão das análises e reduzir o tempo necessário para avaliação (CASTAN et al., 2018). Esse sistema avalia a qualidade das sementes por meio da análise de crescimento e uniformidade das plântulas geradas a partir destas. Com isso, gera-se um índice de vigor com notas variando de 0 a 1000. Esta nota é atribuída em função do desempenho da plântula gerada que está diretamente relacionada com a qualidade do lote de sementes (SAKO et al., 2001).

Pesquisas que avaliam a eficiência do Vigor-S para a determinação do potencial fisiológico de sementes ainda são incipientes, conforme verificado na literatura pelos trabalhos de Castan et al. (2018), com milho e Rodrigues (2019), com soja. Nesse sentido, objetivou-se verificar a eficiência do sistema de Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S) na avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cultura do melão

O melão é uma das olerícolas mais populares do mundo, tendo ocupado, em 2017, uma área de 1,71 milhão de hectares, com produção de 31,95 milhões de toneladas, que correspondeu à produtividade média de 18,7 t.ha⁻¹ (FAO, 2019). O maior produtor mundial é a China, que naquele ano foi responsável por cerca de 53,47% da produção mundial, sendo também o país que apresentou a maior superfície cultivada (490.327 ha). Entre os grandes produtores também se destacam a Turquia, o Irã, o Egito, a Índia e o Cazaquistão. O Brasil situa-se como décimo terceiro maior produtor mundial dessa olerícola.

Nativa do Oriente Médio e rica em vitaminas e sais minerais, o meloeiro é uma hortaliça muito apreciada em todo o mundo, principalmente nas regiões tropicais, sendo a oitava hortaliça fruto mais produzida, estando entre as dez mais exportadas no mercado internacional, estimado em 1,6 milhões de toneladas por ano (SOUSA et al., 2010; SUASSUNA et al., 2011).

No Brasil, a área cultivada com melão, em 2017, ocupou 28.621 hectares, com produção de 873.196 toneladas de frutos e rendimento de 30.509 kg ha⁻¹ (IBGE, 2018). Levando-se em consideração o período compreendido entre 2007 e 2017, o incremento em área explorada com a cultura foi de aproximadamente 33%, enquanto a produção de frutos teve aumento de 76% (IBGE, 2018).

Entre as regiões brasileiras, o Nordeste foi, no ano de 2017, responsável por 98,8% da produção nacional. Destacaram-se como maiores produtores os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, que juntos foram responsáveis por 85,6% da produção total do país, sendo o último com maior contribuição em área cultivada e produção (IBGE, 2018).

Atualmente, o Rio Grande do Norte vive a expectativa de abertura do mercado chinês para o melão potiguar, fator que pode alavancar as exportações do estado em até 30% e gerar mais de 3.000 empregos diretos (PORTAL NO AR, 2019).

A cultura do melão possui papel socioeconômico de grande importância nas regiões produtoras, sobretudo no semiárido nordestino, devido à grande demanda de mão de obra envolvida de forma direta e indireta na cadeia produtiva (SILVA et al., 2014). Ainda segundo esses autores, esse fato tem contribuído de forma significativa para a mudança do quadro social daqueles que têm, na agricultura, sua forma de sustento.

Ressalta-se, que a expressividade da cultura do melão na região Nordeste do Brasil se dá em virtude das boas condições edafoclimáticas existentes, sendo as altas temperaturas, a baixa umidade relativa do ar e a alta luminosidade, durante boa parte do ano, fatores favoráveis para o cultivo dessa cucurbitácea (CAVALCANTI et al., 2015). Enfatizam ainda os autores que, o alto investimento em tecnologia e o emprego de modernas técnicas de cultivo potencializaram, nos últimos dez anos, a quantidade e qualidade da produção.

Atualmente, o plantio do meloeiro na região Nordeste é realizado predominantemente através de mudas (semeadura indireta). Dessa forma, como acontece em outras culturas, a utilização de sementes de alto potencial fisiológico é fundamental para a obtenção de mudas de boa qualidade (SILVA & CÍCERO, 2014). Pois, essas são responsáveis pelo transporte de todo o potencial genético da cultivar e garantir o estabelecimento de populações adequadas em campo (GUIMARÃES et al., 2006). A produção de sementes de hortaliças é normalmente realizada por empresas com nível tecnológico e infraestrutura elevada, já que almejam a produção de sementes com alto nível de qualidade (NASCIMENTO, 2005).

2.2. Testes de vigor

Para uma análise mais completa da qualidade das sementes, há necessidade de se complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação com os de vigor (DODE et al., 2012). Ainda segundo os autores, além de gerar informações consistentes sobre a qualidade dos lotes, possibilita selecioná-los de forma segura para fins de comercialização, armazenamento ou semeadura.

Testes de vigor têm sido utilizados, principalmente, para identificar diferenças no desempenho de lotes de sementes, que podem se manifestar durante o armazenamento ou após a semeadura, procurando destacar lotes com maior eficiência para o estabelecimento do estande sob ampla faixa de condições ambientais (MARCOS-FILHO, 2015).

Embora os testes de vigor não sejam incluídos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), por não apresentarem metodologias padronizadas, estes são utilizados pelas empresas produtoras de sementes com inúmeras finalidades, sendo a principal a determinação do potencial fisiológico das sementes (MARCOS-FILHO, 2015). Todo programa de controle de qualidade de produção de sementes de uma determinada espécie deve incluir o vigor como característica a ser avaliada sob condições de laboratório.

O vigor das sementes reflete a avaliação de vários atributos, que determinam o potencial de emergência rápida e uniforme, resultando em um estande uniforme de plântulas em campo sob condições ambientais variáveis (BAALBAKI et al., 2009).

Atualmente, o maior interesse ao avaliar o potencial fisiológico da semente, é a obtenção de resultados confiáveis em período relativamente curto. A rapidez nesta avaliação permite a pronta tomada de decisões durante diferentes etapas da produção de sementes, especialmente entre a fase de maturação e a futura semeadura (DIAS & MARCOS-FILHO, 1996).

Diversos testes foram desenvolvidos procurando avaliar e relacionar, com precisão, o comportamento de lotes de sementes em laboratório e em campo, em diversas culturas, dentre os quais pode ser citado o de pH do exsudato para soja (AMARAL & PESKE, 1984), o de frio para milho (CICERO & VIEIRA, 1994), o de envelhecimento acelerado para soja (VIEIRA, 1994) e o de condutividade elétrica para ervilha (CALIARI & MARCOS-FILHO, 1990).

Já para sementes de melão, muitos são os testes de vigor estudados, merecendo destaque os de condutividade elétrica e lixiviação de potássio (TORRES & MARCOS-FILHO, 2005), envelhecimento acelerado (TORRES & MARCOS-FILHO, 2003; TORRES et al., 2009) e deterioração controlada (MEDEIROS et al., 2014).

No entanto, Torres e Marcos-Filho (2005) verificaram que os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio não apresentaram confiabilidade na avaliação do vigor de sementes de melão (híbridos AF-646 e AF-682), ressaltando-se inclusive a possibilidade de influência genotípica no teste de lixiviação de potássio, fato que limita a utilização e obtenção de resultados confiáveis. Para a maioria das olerícolas, como é o caso do melão, pode haver limitações na determinação da qualidade das sementes, uma vez que estas são mais sensíveis e absorvem água mais rapidamente, deteriorando-se intensamente em um tempo relativamente curto, o que dificulta a obtenção de resultados confiáveis (MEDEIROS et al., 2014).

Outros testes de vigor que poderiam ser utilizados na cultura do meloeiro se baseiam em determinações da velocidade e da uniformidade de crescimento de plântulas ou em avaliações manuais de suas partes. Segundo Silva e Cícero (2014), esses testes apresentam muitas limitações, como a variação de resultados entre laboratórios, devido à subjetividade da análise e consumo excessivo de tempo na obtenção dessas informações.

Dessa forma, a automatização das análises pelo uso de processamento computadorizado de imagens pode eliminar as dificuldades citadas, permitindo a avaliação do potencial fisiológico das sementes de forma precisa e confiável (HOFFMASTER et al., 2003).

2.3. Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S)

Embora o procedimento básico para a condução de vários testes de vigor esteja estabelecido e produza resultados confiáveis, sempre há espaço para a continuidade da pesquisa e aprimoramento de metodologia ou inclusão de alternativas inovadoras, com a perspectiva de padronização, precisão, objetividade e confiabilidade dos resultados (MARCOS-FILHO et al., 2009).

Diante do exposto, a análise computadorizada de imagens de plântulas surgiu como alternativa promissora para atingir esses objetivos. Os estudos que culminaram com o desenvolvimento desse sistema foram realizados por pesquisadores da Universidade de Ohio, EUA (SAKO et al., 2001), que elaboraram o primeiro sistema para identificar automaticamente o vigor de sementes, a partir da aquisição das imagens de plântulas utilizando escâner, o *Seed Vigor Imaging System* (SVIS®).

No sistema SVIS®, as imagens digitais de plântulas são capturadas por meio do escâner conectado em um computador e processadas pelo *software*, que gera valores numéricos, representando coletivamente a qualidade das sementes do lote, baseado em valores obtidos a partir das características morfológicas de plântulas, nesse caso, o índice de vigor. Os dados incluem os comprimentos de parte aérea, da raiz primária e de toda a plântula e, também, a velocidade e a uniformidade do desenvolvimento de plântulas (SAKO et al., 2001). Ainda, segundo estes autores, com base no crescimento das plântulas, o “software” calcula índices de crescimento e uniformidade, que variam de 0 a 1000, sendo esses valores diretamente proporcionais ao vigor das sementes. A uniformidade de desenvolvimento é um parâmetro avaliado pelo “software”, com base na comparação do crescimento das plântulas com o máximo crescimento esperado para cada espécie durante o período de duração do teste (CHIQUITO, 2011).

A composição do índice de vigor compreende a combinação das avaliações do crescimento e uniformidade de desenvolvimento das plântulas. O “software” tem recursos que possibilitam a variação dessa proporção, sendo que a maioria das pesquisas já realizadas foram conduzidas adotando-se a proporção 70:30, para crescimento e uniformidade (CHIQUITO, 2011).

A utilização da proporção crescimento/uniformidade de 70:30, possibilita a obtenção de resultados mais consistentes, em comparação as proporções 30:70 e 50:50, na identificação de diferenças entre tratamentos de condicionamento fisiológico em sementes de milho

(GOMES-JUNIOR, 2009). No entanto, há necessidade de continuidade da pesquisa, para verificar qual o procedimento mais adequado ou se deverá haver variações dessa proporção, dependendo da amostra ou espécie avaliada (CHIQUITO, 2011).

Embora tenha sido desenvolvido com o intuito de avaliar o vigor de sementes de alface, o programa SVIS[®] vem sendo utilizado na avaliação do vigor de diversas espécies, como em soja (HOFFMASTER et al., 2005), melão (MARCOS-FILHO et al., 2006), beringela (SILVA & CÍCERO, 2014), feijão (GOMES-JUNIOR et al., 2014), girassol (ROCHA et al., 2015) e milho (CASTAN et al., 2018).

Os estudos da análise automatizada têm sido realizados visando, basicamente, a comparação dos resultados da análise automatizada com os verificados em testes de vigor mais recomendados para as espécies. Outras aplicações também foram dirigidas à avaliação do efeito do condicionamento fisiológico de sementes de mutamba (BRANCALION et al., 2010) e milho (GOMES-JUNIOR et al., 2009) e do efeito do tratamento de sementes de amendoim (MARCHI et al., 2011) e de mamona (KOBORI et al., 2010).

Dentre os principais benefícios da avaliação do vigor de sementes por meio do SVIS[®], destaca-se a rapidez para obtenção do resultado, obtido dentro de dois a três minutos, a eliminação do erro humano, a possibilidade de arquivamento das imagens para análise posterior e o baixo custo de execução (GOMES-JUNIOR, 2009).

Dentre as desvantagens da utilização do SVIS[®] para a avaliação do vigor de sementes, pode-se destacar a necessidade de realização de vários ajustes com o auxílio do mouse após o processamento das imagens escaneadas (CASTAN et al., 2018). Segundo estes autores, devido a identificação incorreta das diferentes partes das plântulas por parte do programa, resultado da baixa qualidade das imagens analisadas (100 dpi), o que dificulta a determinação precisa do vigor das sementes.

Visando aprimorar ainda mais a análise automatizada do vigor de sementes, uma parceria entre a USP/ESALQ e a Embrapa Instrumentação Agropecuária (CNPDIA) culminou com o desenvolvimento do software Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S), com operação semelhante ao SVIS[®], mas voltado especificamente para as culturas de milho e soja.

Os dois sistemas automatizados têm vantagens quanto à obtenção rápida dos resultados, eliminação do erro humano, aumentando a confiabilidade dos dados, e a possibilidade de arquivar as imagens para posterior análise (RODRIGUES, 2019). Porém, o Vigor-S apresenta vantagens adicionais em relação ao SVIS[®], pois fornece resultados individualizados do comprimento do hipocótilo e da raiz primária e, portanto, detecta

diferenças no grau de desenvolvimento (vigor) das plântulas. Além disso, os resultados referentes aos índices de vigor, de uniformidade e de comprimento de plântulas fornecidos pelo Vigor-S, podem ser exportados em extensões de Excel, permitindo melhor organização e armazenamento das informações obtidas e maior facilidade para posterior interpretação dos resultados pelo analista de sementes. Por necessitar que a aquisição das imagens seja realizada com maior resolução (300 dpi), em comparação ao SVIS[®] (100 dpi), verifica-se maior precisão das análises realizadas por meio do Vigor-S, uma vez que a melhor identificação das partes das plântulas reduz a interferência humana para corrigir imperfeições na marcação das plântulas pelo software (CASTAN et al., 2018).

Além das vantagens do Vigor-S na execução das análises, este software está disponível gratuitamente, via “link” de fácil acesso pela internet (https://drive.google.com/open?id=0B8rVh_veepVzdXM0MIJ1M0I0ZEK), o que não ocorre com o SVIS[®], cuja utilização está restrita aos detentores de licença (RODRIGUES, 2019). Dessa forma, a utilização do programa Vigor-S se torna mais atraente, devido sua alta precisão e baixo custo de obtenção, que está limitado somente aos equipamentos necessários para obtenção e armazenamento das imagens.

Por ser um sistema novo, os trabalhos que avaliam a eficiência do Vigor-S para a determinação do potencial fisiológico de sementes são incipientes, estando disponível na literatura somente dois trabalhos, que são os com milho (CASTAN et al., 2018) e soja (RODRIGUES, 2019).

Assim como o SVIS[®] foi desenvolvido inicialmente para a cultura da alface e expandiu-se com eficiência para outras culturas, com resultados rápidos e confiáveis, surge a possibilidade de utilização da Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S) em outras culturas, podendo vir a tornar-se uma importante ferramenta das empresas produtoras de sementes nos programas de controle de qualidade. Para isso, são necessários estudos e adaptações das configurações pré-determinadas para a cultura da soja com base nas características morfológicas das demais culturas, com a finalidade de reduzir os erros de leitura e produzir resultados mais confiáveis em curto espaço de tempo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró - RN, e no Laboratório de Análise de Sementes e Laboratório de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, em Piracicaba – SP, entre os meses de Janeiro e Junho de 2019. Para isso, utilizou-se oito lotes de sementes de melão, sendo quatro lotes do híbrido Supreme e quatro do Premier, adquiridos por meio de doação da empresa Sakata Seed Sudamerica®. Durante a condução do experimento, as sementes permaneceram armazenadas em câmara fria (10 °C e 50% de UR) e acondicionadas em sacos de papel kraft. Em seguida, as sementes de cada lote foram, inicialmente, submetidas às avaliações do grau de umidade e de qualidade, conforme descrição a seguir.

3.1. Teor de água (TA)

Conduzido pelo método da estufa, a 105 ± 3 °C, por 24 horas, utilizando-se duas subamostras de aproximadamente 20 sementes para cada lote, com os resultados expressos em porcentagem, base úmida (BRASIL, 2009).

3.2. Germinação (G) e primeira contagem de germinação (PC)

Cinco repetições de 50 sementes por lote foram semeadas entre três folhas de papel-toalha (Germitest®), umedecidas inicialmente com 2,0 vezes a sua massa seca, e colocadas para germinar a 25 °C em incubadora do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.). As avaliações foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura, com contagem de plântulas normais (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

3.3. Comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR) de plântulas

Após a contabilização da germinação, tomaram-se ao acaso 10 plântulas normais por repetição, que tiveram o comprimento da parte aérea e raiz mensurados com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula.

3.4. Massa seca total (MST) de plântulas

Após serem mensuradas, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel, sendo postas em estufa de circulação de ar forçada a 60 °C até que atingissem peso constante, para a obtenção da massa da matéria seca total de plântulas, através de pesagem em balança analítica de precisão (0,0001g). Os resultados obtidos foram expressos em mg/plântula.

3.5. Emergência de plântulas (E)

Conduzido em casa de vegetação com cinco repetições de 50 sementes por lote, semeadas em bandejas de poliestireno com 200 células, preenchidas previamente com substrato comercial (Plantmax[®]) para cucurbitáceas. Aos 12 dias após a semeadura, realizou-se a avaliação da emergência das plântulas, mediante a contagem de plântulas normais emergidas, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais para cada lote.

3.6. Índice de velocidade de emergência (IVE)

Realizado conjuntamente ao teste de emergência, com contagens diárias do número de plântulas normais emergidas diariamente a partir da instalação do teste de emergência. De posse desses dados, determinou-se o índice de velocidade de emergência, de acordo com metodologia proposta por Maguire (1962).

3.7. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plântulas

Após a contabilização da emergência, as plântulas presentes na área útil de cada parcela foram coletadas e acondicionadas em sacos de papel e postas em estufa de circulação de ar forçada a 60 °C até que atingissem peso constante, para a obtenção da massa da matéria seca da parte aérea das plântulas por meio de pesagem em balança analítica de precisão (0,0001g). Os resultados foram expressos em mg/plântula.

3.8. Condutividade elétrica (CE)

Conduzido com cinco subamostras de 50 sementes para cada lote, que foram inicialmente pesadas em balança analítica de precisão (0,0001g), e posteriormente postas para embeber em copos de plástico contendo 75 mL de água destilada e mantidos em B.O.D a 25 °C durante os períodos de 8 e 24 horas. As leituras de condutividade elétrica foram realizadas em condutivímetro para cada um dos períodos determinados, com os valores médios expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes (TORRES & MARCOS-FILHO, 2005).

3.9. Lixiviação de potássio (LK)

Para esta determinação, cinco subamostras contendo 25 sementes por lote foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001g) e postas para embeber em copos de plástico contendo 50 mL de água destilada. Os copos foram mantidos em B.O.D pelo período de duas horas, sob temperatura de 30 °C. A quantidade de potássio lixiviado foi determinado por meio de um fotômetro de chama do tipo Digimed-62, com os valores médios expressos em μg de $\text{K}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente, ou seja, ppm de potássio (TORRES & MARCOS-FILHO, 2005).

3.10. Deterioração controlada (DC)

Inicialmente, o grau de umidade das sementes foi ajustado para 24% pelo método da atmosfera úmida (ROSSETO et al., 1995). Este procedimento foi realizado em caixas de

plástico transparente (11 x 11 x 3 cm) contendo aproximadamente 500 sementes, distribuídas em uma camada uniforme sobre uma tela metálica suspensa em seu interior. As caixas, tampadas e com 40 mL de água, foram mantidas em incubadora do tipo B.O.D., a 20 °C, até que o grau de umidade das sementes atingisse 24%, sendo, para isso, monitorados através de pesagens sucessivas (TORRES & MARCOS-FILHO, 2005). Em seguida, as amostras foram postas em recipientes aluminizados, fechados hermeticamente, permanecendo por cinco dias em câmara fria (8–10 °C) para atingir o equilíbrio higroscópico. Após este período, as sementes foram colocadas em banho-maria, a 45 °C, por 24 horas. Decorrido este período, os recipientes foram imersos rapidamente em água fria para reduzir a temperatura, sendo posteriormente determinado o grau de umidade das sementes e instalado o teste de germinação (POWELL, 1995). A avaliação do teste foi realizada no quarto dia após a semeadura e, os resultados, expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada lote.

3.11. Envelhecimento acelerado tradicional (EAT)

Utilizou-se caixas de plástico transparentes (11 x 11 x 3 cm) para a formação de um compartimento, onde foi adicionado 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa. Cada lote foi representado por uma subamostra de aproximadamente 500 sementes, dispostas sob a superfície de uma tela metálica suspensa sob a água no interior de cada caixa, de modo a formar uma camada uniforme de sementes sob a tela. As caixas foram fechadas e mantidas em incubadora do tipo B.O.D., a 41 °C ± 0,3 °C, durante 72 horas (MARCOS-FILHO et al., 2006). Decorrido esse período, as sementes foram retiradas das caixas de plástico e submetidas ao teste de germinação, seguindo metodologia descrita no item 3.2, com contagem de plântulas normais aos quatro dias após a semeadura. No momento da retirada das sementes das caixas de plástico, determinou-se também o grau de umidade, visando a avaliação da uniformidade das condições do teste.

3.12. Envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EAS)

Realizado seguindo o mesmo procedimento para o envelhecimento acelerado tradicional, sendo os 40 mL de água destilada substituídos por igual volume de uma solução saturada de NaCl. A solução saturada foi obtida utilizando-se a proporção de 40 g NaCl / 100 mL de água, de forma a proporcionar um ambiente com 76% de umidade relativa no interior das caixas de plástico (JIANHUA & MCDONALD, 1997).

3.13. Análise de imagens de plântulas (Vigor-S)

A análise de imagens compreendeu três testes distintos, realizados visando verificar a eficiência do sistema Vigor-S para a determinação do potencial fisiológico de lotes de

sementes de *Cucumis melo*. Testou-se o Vigor-S na análise de plântulas dos testes de germinação (convencional), envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, conforme descrição a seguir:

3.13.1. Análise de imagens convencional de plântulas

Para a obtenção das plântulas para a análise de imagens, utilizou-se cinco repetições de 20 sementes para cada lote, postas para germinar em duas fileiras situadas no terço superior da superfície do papel-toalha (Germitest[®]), umedecido com quantidade de água equivalente a 2,0 vezes o peso do papel (Figura 1).

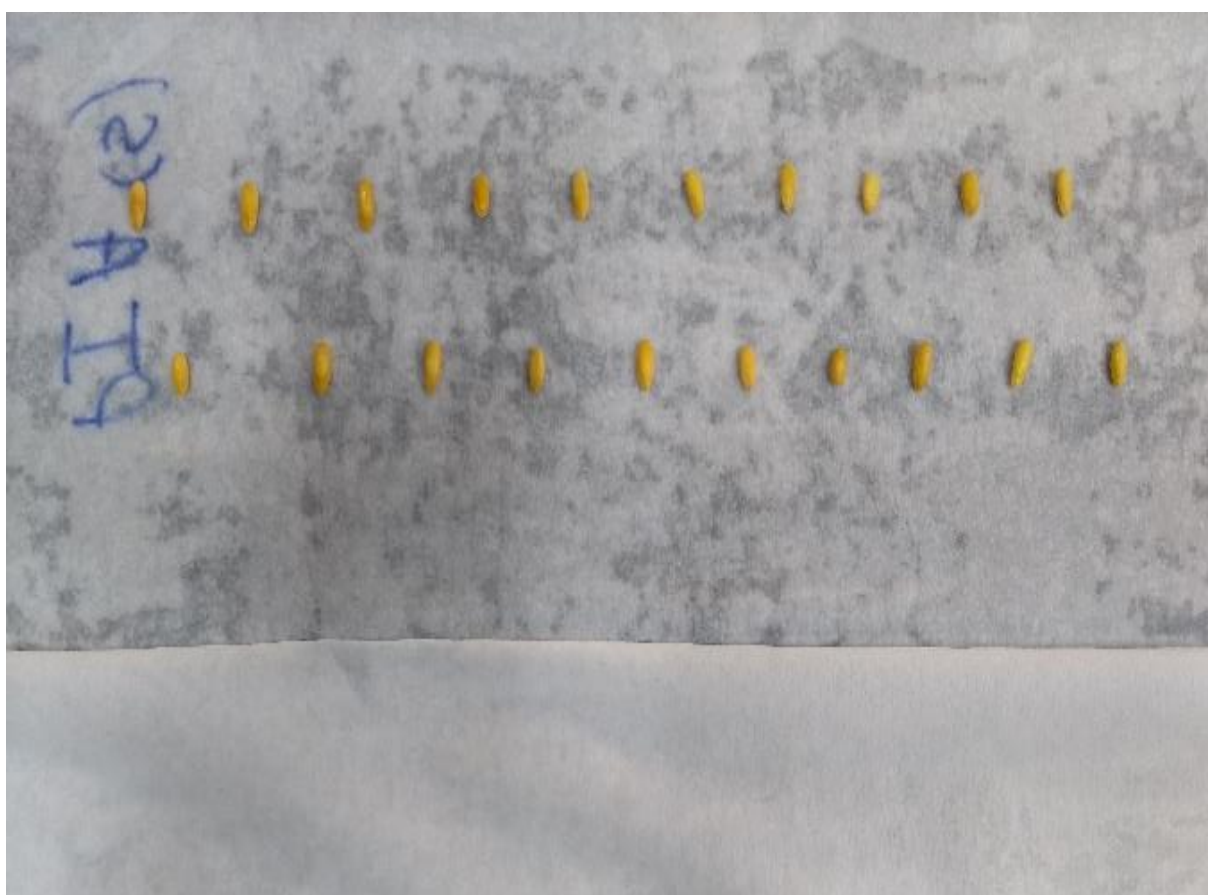


Figura 1 - Sementes de *Cucumis melo* L. semeadas em papel-toalha, visando a obtenção de plântulas para execução da análise de imagens.

O teste foi conduzido em germinador, a 25 °C, pelo período de 3 dias, sendo este definido com base em testes preliminares, onde o período de 2 dias mostrou-se inadequado para análise, devido ao desenvolvimento insuficiente das estruturas das plântulas, em especial, o hipocótilo. Decorrido este período, as plântulas de cada repetição foram transferidas do papel-toalha para uma folha de E.V.A. azul, disposta sobre a plataforma interna de uma caixa

metálica com dimensões 60 cm x 50 cm x 12 cm, que continha um escâner HP Scanjet 200 montado de forma invertida no seu interior (Figura 2).



Figura 2 - Plântulas de *Cucumis melo* L. dispostas no interior da caixa metálica contendo um escâner HP Scanjet 200 montado de forma invertida no seu interior, sendo este acoplado ao computador com o programa Vigor-S.

As imagens foram captadas com resolução de 300 dpi, obrigatória para análise no sistema Vigor-S, sendo armazenadas no disco rígido e, em seguida, analisadas pelo programa Vigor-S (Figura 3).

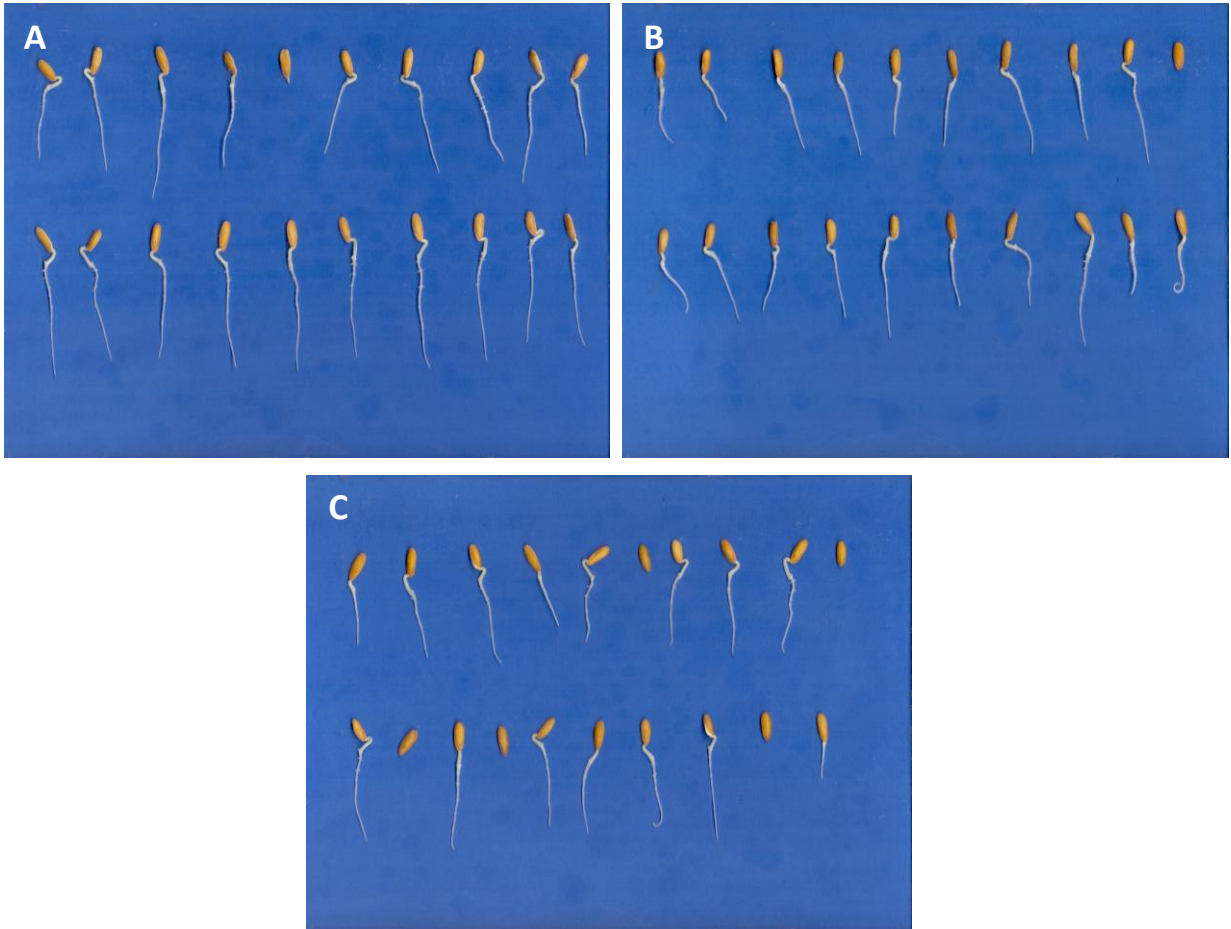


Figura 3 - Plântulas provenientes do teste de germinação tradicional (A), envelhecimento acelerado tradicional (B) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (C), aos três dias após a sementeira.

Nessa análise, a raiz de cada plântula foi marcada na cor vermelho, enquanto o hipocótilo foi marcado na cor azul. Durante as análises, foram efetuadas correções manuais de erros de marcação das estruturas das plântulas, sendo para isso utilizada a tecla número “1” (correção de hipocótilo) e número “2” (correção de raiz) juntamente com auxílio do "mouse".

Para o índice de crescimento, atribuiu-se importância de 10% para o crescimento do hipocótilo e 90% para o crescimento da raiz. Já para o índice de vigor, que é resultante da combinação entre os índices de crescimento e de uniformidade, atribuiu-se a importância de 70% para o crescimento e 30% para a uniformidade. Todos os ajustes necessários à execução da análise foram feitos entrando no item “Configurações”, situado na página inicial do programa (Figura 4).

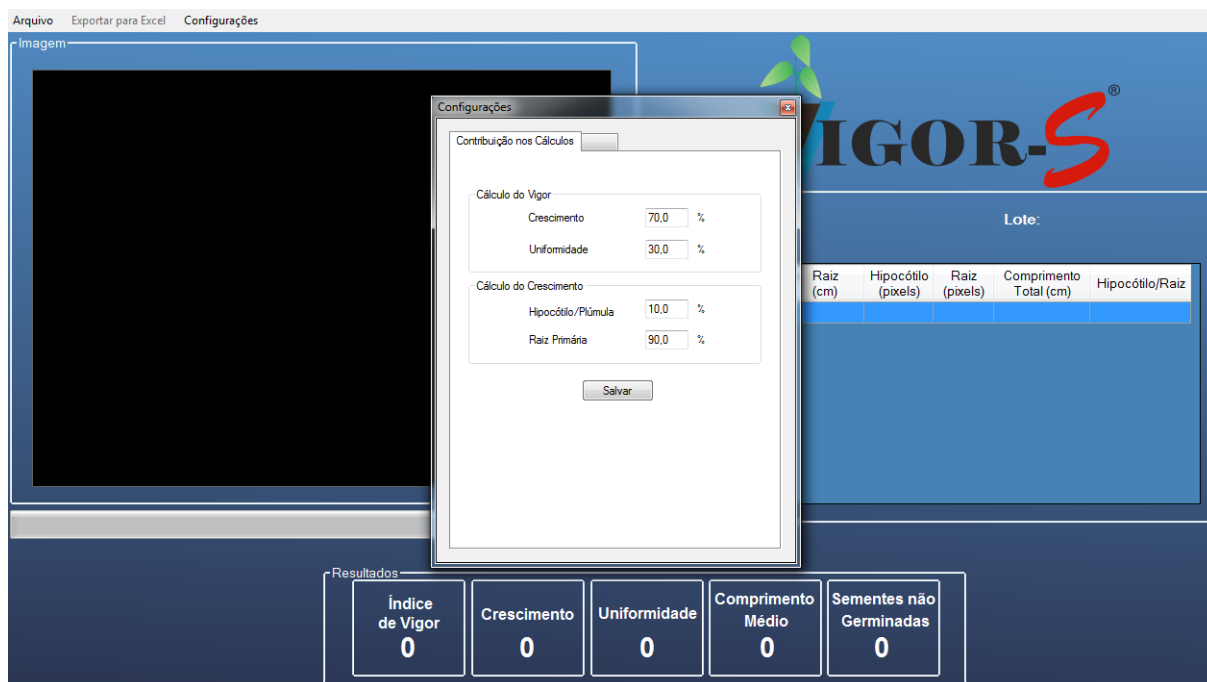


Figura 4 - Interface do programa Vigor-S, com destaque para o item configurações, onde foram ajustados os valores pré-determinados para a avaliação.

A análise de imagens permitiu a obtenção das seguintes variáveis: comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz, comprimento total de plântulas, índice de crescimento, índice de uniformidade e índice de vigor. Os dados referentes ao crescimento de plântulas foram obtidos em centímetros. Para os índices de crescimento, uniformidade e vigor, o sistema atribuiu notas de 0 a 1000 às plântulas, que estão diretamente ligadas ao vigor das sementes, sendo que, quanto mais próximo de 1000 for o índice, maior é o vigor das sementes daquele lote (Figura 5).



Figura 5 - Aspectos gerais da análise de plântulas de *Cucumis melo* L. pelo programa Vigor-S. (1) Plântula de *Cucumis melo* L. analisada pelo Vigor-S, com destaque para o hipocótilo (cor azul) e raiz (cor vermelha); (2) Barra de resultados contendo o resumo da análise da amostra; (3) Janela de informações contendo a identificação da amostra analisada, bem como os dados individuais da análise de cada uma das vinte sementes/plântulas avaliadas.

3.13.2. Análise de imagens de plântulas do envelhecimento acelerado tradicional

Previamente a instalação do teste de germinação, as sementes que seriam utilizadas foram submetidas ao processo de envelhecimento acelerado tradicional, conforme descrito no item 3.11. Após o processo de envelhecimento, as sementes foram postas para germinar, e as plântulas foram analisadas pelo programa Vigor-S, conforme descrito no item 3.13.1.

3.13.3. Análise de imagens de plântulas do envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl

De forma semelhante ao item anterior, as sementes utilizadas nesta avaliação foram inicialmente submetidas ao processo de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, conforme descrito no item 3.12 e posteriormente analisadas pelo programa Vigor-S, conforme descrito no item 3.13.1.

3.14. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, para cada um dos híbridos testados. Os dados foram submetidos à ANOVA e, as médias, dentro de cada híbrido, comparadas pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) de probabilidade no

programa SISVAR[®] (FERREIRA, 2011). Realizou-se ainda a correlação simples de Pearson ($P \leq 0,05$) entre os testes tradicionais e o índice de vigor fornecido pela análise de imagens de plântulas (Vigor-S).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial das sementes, bem como após o envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, e após o período de deterioração controlada, foi semelhante entre os lotes dos híbridos Premier e Supreme, havendo incremento nas sementes submetidas aos processos de envelhecimento e deterioração (Tabela 1). A uniformização do teor de água dos diferentes lotes é um fator importante para a execução dos testes, sendo fundamental para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes, conforme enfatizaram Kikuti e Marcos-Filho (2012).

Tabela 1 - Teores de água inicial (TAI), após o envelhecimento acelerado tradicional (TAEAT) e com solução saturada de NaCl (TAEAS) e após a deterioração controlada (TADC) de lotes de sementes de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme.

Híbrido	Lote	TAI	TAEAT	TAEAS	TADC
			------(%)-----		
Premier	1	7,1	28,0	9,7	24,3
	2	6,8	25,8	9,3	23,6
	3	7,4	27,9	9,2	22,8
	4	6,9	28,2	9,3	23,5
Supreme	5	6,8	23,8	9,0	23,7
	6	6,6	24,6	8,8	23,1
	7	6,2	22,5	8,9	23,7
	8	6,4	24,7	8,8	23,1

O teste de germinação não constatou diferenças significativas entre os lotes de sementes, para nenhum dos híbridos testados (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos com o teste de primeira contagem de germinação para o híbrido Premier, onde não foram identificadas diferenças significativas entre os lotes de sementes. Já para os do híbrido Supreme, o lote oito foi identificado como de menor qualidade.

O potencial fisiológico de sementes pode ser avaliado por meio dos testes de germinação e vigor. Contudo, o teste de germinação entrega somente a viabilidade das sementes, fornecendo informações quanto a máxima porcentagem de germinação de um lote, não oferecendo informações quanto ao estágio de deterioração das sementes (ROCHA et al., 2015). Dessa forma, o teste de primeira contagem de germinação torna-se uma importante ferramenta de complemento das informações obtidas no de germinação, uma vez que avalia a

capacidade de formação de plântulas normais em um curto espaço de tempo, característica ligada ao vigor das sementes.

O comprimento de parte aérea de plântulas não apontou diferenças significativas entre os lotes para nenhum dos híbridos estudados. Já para o comprimento de raiz, verificou-se que os lotes um e quatro do híbrido Premier foram inferiores aos demais, embora este último não tenha diferido estatisticamente dos lotes dois e três. Para os lotes do híbrido Supreme, verificou-se comprimento de raiz inferior para o lote oito, indicando que este apresenta qualidade inferior em relação aos demais deste híbrido.

O comprimento da radícula é constantemente relatado na literatura como um dos testes de vigor mais sensíveis para detecção de diferenças entre lotes de sementes de diversas espécies (PEGO et al., 2011). Para as dicotiledôneas, o processo de deterioração das sementes tem início nas áreas meristemáticas do eixo embrionário, sendo esta a parte da semente mais predisposta à deterioração, sendo, dentro do eixo embrionário, a radícula mais sensível do que a plúmula (MARCOS-FILHO, 2015).

Assim como o comprimento da parte aérea, a massa seca total de plântulas também não identificou diferenças significativas entre os lotes de sementes, para os dois híbridos estudados.

Tabela 2 - Germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca total (MST), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plântulas de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme.

Híbrido	Lote	G -----(%)-	PC	CPA ----- (cm)-----	CR	MST (mg/pl)	E (%)	IVE	MSPA (mg/pl)
Premier	1	99a	99a	5,6a	7,4b	24,4a	100a	13,4a	47,1ab
	2	99a	99a	6,6a	10,8a	27,1a	98a	13,9a	50,0a
	3	99a	99a	6,8a	11,7a	24,6a	99a	13,6a	42,3b
	4	99a	99a	6,0a	9,4ab	24,5a	100a	13,6a	44,9ab
CV (%)	-	1,6	1,8	11,9	15,5	5,8	1,4	2,5	6,4
Supreme	5	98a	98a	5,8a	10,2a	28,9a	98a	12,5a	48,0a
	6	98a	98a	6,6a	9,1a	28,5a	98a	12,1a	42,3a
	7	99a	99a	7,0a	10,8a	27,3a	97a	12,8a	46,1a
	8	96a	94b	6,8a	7,0b	30,7a	93b	12,8a	46,7a
CV (%)	-	1,3	2,0	9,4	10,0	6,3	1,8	4,9	9,7

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$)

Para os lotes do híbrido Premier, o teste de emergência não detectou diferenças significativas. Em contrapartida, para os do Supreme, verificou-se porcentagem de emergência de plântulas inferior para o lote oito, sendo este de menor potencial fisiológico em relação aos demais do mesmo híbrido.

Diferente do teste de germinação, que é conduzido em condições favoráveis de umidade, temperatura e substrato, a emergência avalia o potencial máximo de produção de plântulas normais em campo, sob condições muitas vezes desfavoráveis (LEITE et al., 2019).

Contrapondo o que foi verificado no teste de emergência, o índice de velocidade de emergência não detectou diferenças significativas entre os lotes estudados, para os dois híbridos.

A massa seca da parte aérea de plântulas oriundas do teste de emergência demonstrou diferenças significativas quanto a qualidade dos lotes de sementes do híbrido Premier, destacando o lote dois como superior aos demais, embora este não tenha diferido estatisticamente dos lotes um e quatro. Entretanto, este teste não foi eficiente na estratificação dos lotes do híbrido Supreme, contrapondo os resultados dos testes de primeira contagem, comprimento de raiz e emergência, que apontaram o lote oito como de menor vigor aos demais deste híbrido.

Os testes de vigor baseados no desempenho de plântulas são fundamentados no fato de que as sementes mais vigorosas originam plântulas mais desenvolvidas, traduzindo a eficiência da ação dos mecanismos de reparo, da mobilização de reservas e de síntese de novos tecidos durante a germinação (HENNING et al., 2010).

O teste de condutividade elétrica durante 8 e 24 horas proporcionaram resultados semelhantes para os dois híbridos estudados (Tabela 3). Para os lotes do Premier não houve diferenças significativas, enquanto para os do Supreme, verificou-se que o lote oito teve desempenho inferior aos demais. Resultados semelhantes a estes também foram verificados pelo teste de lixiviação de potássio, onde taxas superiores de lixiviação desse íon foram identificadas para o lote oito do híbrido Supreme, indicando como de potencial fisiológico inferior aos demais.

Maiores valores de condutividade elétrica estão relacionados à redução da integridade das membranas, comprometendo diretamente o desenvolvimento das plântulas, pois sementes menos vigorosas possuem as membranas mal estruturadas e células danificadas, o que está associado com o processo de deterioração (OLIVEIRA et al., 2015). Da mesma forma, lotes de maior potencial fisiológico apresentam menor lixiviação de potássio (ALVES & SA, 2010).

Tabela 3 - Condutividade elétrica (CE 8h e CE 24h), lixiviação de potássio (LK), deterioração controlada (DC), envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EAS) de lotes de sementes de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme.

Híbrido	Lote	CE 8h -----($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)-----	CE 24h	LK (ppm)	DC	EAT -----(%)------	EAS
Premier	1	89,6a	90,0a	35,5a	90c	97a	90a
	2	89,0a	92,0a	36,6a	94bc	96a	96a
	3	90,0a	92,3a	37,1a	97ab	95a	95a
	4	90,2a	91,0a	38,7a	98a	97a	94a
CV (%)	-	5,8	6,1	8,5	2,3	3,6	3,9
Supreme	5	81,9a	85,4a	34,3a	95a	97a	95a
	6	81,3a	83,3a	34,5a	93a	95a	94ab
	7	78,8a	81,4a	37,1a	96a	98a	94ab
	8	112,5b	119,9b	44,2b	71b	80b	89b
CV (%)	-	2,5	3,1	4,3	2,9	3,6	3,3

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$)

De acordo com os resultados obtidos no teste de deterioração controlada, verificou-se que o lote um do híbrido Premier demonstrou qualidade inferior aos demais. Essa informação somada à obtida no teste de comprimento de raiz, onde esse mesmo lote teve comportamento inferior aos demais, permite supor que esse lote se encontra em fase inicial de processo de deterioração, fator que não foi constatado pelos demais testes.

Para o híbrido Supreme, o resultado do teste de deterioração controlada corrobora os resultados obtidos nos testes de primeira contagem, comprimento de raiz, emergência de plântulas, condutividade elétrica (8 e 24 horas) e lixiviação de potássio, destacando-se o lote oito como de qualidade inferior aos demais.

A deterioração controlada é um teste de vigor que utiliza o mesmo princípio do teste de envelhecimento acelerado, havendo, entretanto, um maior controle da temperatura e umidade durante o período de envelhecimento. Desta forma, as sementes são expostas a condições mais uniformes de deterioração, resultando em maior precisão e eficiência na distinção do potencial fisiológico dos lotes de sementes (ZUCARELI et al., 2011).

O teste de envelhecimento acelerado tradicional não detectou diferenças significativas entre os lotes de sementes do híbrido Premier. De forma semelhante, o envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl também não constatou diferenças de vigor significativas entre os lotes do para o referido híbrido. Em contrapartida, verificou-se que o

lote oito do Supreme foi inferior aos demais lotes com base no teste de envelhecimento acelerado tradicional, fato que corrobora os resultados obtidos no teste de primeira contagem e comprimento de raiz. O envelhecimento acelerado saturado com solução de NaCl foi eficiente na estratificação dos lotes do híbrido Supreme em diferentes níveis de vigor, sendo o lote cinco de maior vigor, não havendo diferido dos lotes seis e sete, que por sua vez, não diferiram do oito, que foi o de menor vigor, assim como verificado no envelhecimento acelerado tradicional.

Dentre os vários testes de vigor disponíveis, o teste de envelhecimento acelerado é um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de diversas espécies, sendo incluído nos programas de controle de qualidade de sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

O teste de envelhecimento acelerado consiste no aumento da taxa de deterioração das sementes pela sua exposição à temperatura e umidade relativa do ar elevadas, considerados os fatores ambientais de maior influência na intensidade e velocidade de deterioração destas (SOUZA et al., 2017). Dessa forma, torna-se possível obter informações quanto ao potencial de armazenamento dos lotes, embora Marcos-Filho (2015) ressalte que o envelhecimento artificial pode causar alterações distintas daquelas verificadas no processo de deterioração natural.

A análise de imagens realizada por meio do software Vigor-S para o teste de germinação tradicional não demonstrou diferenças significativas entre os lotes do híbrido Premier para a maioria das variáveis mensuradas pelo software, sendo verificada diferença estatística entre os lotes apenas para o índice de uniformidade, que apontou o lote 1 como de qualidade superior (Tabela 4). Esses resultados estão de acordo com os obtidos para a maioria dos testes de vigor tradicionais realizados, que em sua maioria não apontaram diferenças entre o vigor dos lotes do Premier, exceto para aos testes de comprimento de raiz e deterioração controlada, que apontaram o lote um como de qualidade inferior.

O índice de uniformidade assume grande importância na análise do vigor das sementes, pois uma emergência rápida e uniforme representa um estande adequado de plântulas em campo. Entretanto, esse índice não deve ser analisado de forma isolada para gerar informações quanto ao vigor das sementes, uma vez que lotes compostos apenas por plântulas pouco desenvolvidas também podem gerar alto índice de uniformidade (RODRIGUES, 2019).

Para o híbrido Supreme, o índice de vigor obtido por meio da análise de imagens realizada pelo software Vigor-S para o teste de germinação tradicional apontou os lotes cinco

e sete como mais vigorosos, embora este último não tenha diferido estatisticamente do seis e oito, que foram classificados como de menor vigor. Para os índices de crescimento e uniformidade, bem como comprimentos de raiz e total de plântulas, o lote cinco destacou-se como mais vigoroso.

Levando-se em consideração o índice de vigor, que reúne todos os demais dados obtidos pelo software em um único índice, verificou-se que os resultados estão parcialmente de acordo com os verificados na maioria dos testes de vigor realizados, uma vez que esse índice identificou o lote oito como inferior, fato constatado também pelos testes tradicionais de vigor, mas classificou o lote seis juntamente a este, fato que foi verificado somente no teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl.

Tabela 4 - Índices de vigor (IV), crescimento (IC) e uniformidade (IU), comprimento do hipocótilo, raiz e total de plântulas de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme, provenientes do teste de germinação tradicional e analisados por meio da análise de imagens (Vigor-S).

Híbrido	Lote	IV	IC	IU	Hipocótilo	Raiz	Total
					------(cm)-----		
Premier	1	594,2a	487,2a	843,7a	1,0a	4,5a	5,5a
	2	565,8a	474,6a	778,5ab	1,0a	4,3a	5,3a
	3	568,6a	482,7a	769,0b	1,0a	4,4a	5,4a
	4	560,4a	471,8a	767,2b	1,0a	4,3b	5,3a
CV (%)	-	3,8	4,9	4,6	8,6	5,3	4,7
Supreme	5	629,7a	541,1a	836,4a	1,1a	5,0a	6,1a
	6	552,0b	452,8b	783,6b	1,0ab	4,2b	5,2b
	7	560,1ab	461,1b	791,2b	0,9b	4,2b	5,1b
	8	541,8b	444,7b	768,4b	1,0ab	4,1b	5,1b
CV (%)	-	7,2	8,2	7,2	10,8	8,4	8,0

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$)

Os lotes dos dois híbridos de melão estudados são de alto potencial fisiológico, fato evidenciado pelos testes de germinação e vigor. Então, por tratar-se da análise de plântulas de uma nova espécie, diferentemente daquela para qual o programa foi projetado, presume-se que há necessidade de novos estudos e continuidade da pesquisa para se obter informações mais precisas quanto a eficiência do Vigor-S, empregado ao teste de germinação na diferenciação do vigor de lotes de sementes dessa espécie. Diante disso, o programa também foi testado para determinação do vigor de plântulas dos lotes após os testes de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl.

Assim como verificado pela análise de imagens do teste de germinação, o índice de vigor gerado a partir da análise de imagens de plântulas oriundas do teste de envelhecimento acelerado tradicional não identificou diferenças significativas entre os lotes de sementes do híbrido Premier. Já para os do Supreme, o índice de vigor indicou qualidade inferior do lote oito, sendo os demais semelhantes e mais vigorosos, fato também constatado pelos índices de crescimento e uniformidade, e comprimento de raiz e total de plântulas (Tabela 5).

Os resultados apontados pela análise de imagens para o híbrido Supreme estão de acordo com os resultados obtidos para a maioria dos testes de vigor realizados, indicando que a associação entre o teste de envelhecimento acelerado tradicional e a análise de imagens pode vir a ser uma ferramenta útil na detecção de diferenças entre o vigor de lotes de sementes de melão, híbrido Supreme.

Tabela 5 - Índices de vigor (IV), crescimento (IC) e uniformidade (IU), comprimento do hipocótilo, raiz e total de plântulas de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme, provenientes do teste de envelhecimento acelerado tradicional e analisados por meio da análise de imagens (Vigor-S).

Híbrido	Lote	IV	IC	IU	Hipocótilo ------(cm)-----	Raiz	Total
Premier	1	457,0a	352,9ab	700,1a	0,8b	3,2a	4,0ab
	2	485,3a	384,5ab	720,5a	0,9ab	3,5a	4,4ab
	3	497,5a	399,6a	725,7a	1,0a	3,6a	4,6a
	4	440,3a	333,7b	689,0a	0,8b	3,1a	3,9b
CV (%)	-	8,7	9,7	9,5	15,1	9,8	9,9
Supreme	5	640,9a	593,5a	751,4a	1,5b	5,5a	7,0a
	6	651,0a	588,5a	796,7a	2,0a	5,3a	7,3a
	7	608,7a	534,8a	781,3a	1,4b	4,9a	6,3a
	8	489,6b	416,4b	660,2b	1,0c	3,8b	4,8b
CV (%)	-	6,2	8,3	6,2	13,0	8,2	8,7

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$)

O índice de vigor gerado a partir da análise de imagens de plântulas provenientes do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl demonstrou diferenças significativas entre os lotes dos dois híbridos testados (Tabela 6). Para os do Premier, o lote um destacou-se como inferior aos demais, fato confirmado pelos índices de vigor e crescimento, bem como pelas variáveis de desempenho de plântulas. Já para o híbrido Supreme, os índices de vigor, crescimento e uniformidade tiveram resultados semelhantes, indicando o lote oito como menos vigoroso.

Resultados semelhantes para o híbrido Premier foram obtidos pelos testes de comprimento de raiz e deterioração controlada, que apontaram o lote um como o menos vigoroso. Dessa forma, pode-se afirmar que a análise de imagens de plântulas associada ao teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, conseguiu-se identificar diferenças que não se manifestaram no teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, cuja contagem de plântulas normais aos quatro dias após a instalação do teste não identificou diferenças entre os lotes.

Tabela 6 - Índice de vigor (IV), crescimento (IC) e uniformidade (IU), comprimento do hipocótilo, raiz e total de plântulas de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme, provenientes do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl e analisados por meio da análise de imagens (Vigor-S).

Híbrido	Lote	IV	IC	IU	Hipocótilo ------(cm)-----	Raiz	Total
Premier	1	379,0b	283,1b	602,7a	0,6b	2,6b	3,2b
	2	468,2a	371,2a	694,4a	0,9a	3,4a	4,3a
	3	457,9a	357,6ab	691,8a	0,7ab	3,3ab	4,0ab
	4	471,6a	378,4a	688,9a	1,0a	3,5a	4,5a
CV (%)	-	9,8	13,5	8,5	19,3	13,4	13,9
Supreme	5	548,0a	470,8a	728,3a	1,1a	4,3a	5,4a
	6	550,6a	460,9a	759,9a	1,0a	4,2a	5,2a
	7	515,1a	421,8a	732,9a	0,9a	3,8a	4,7ab
	8	406,9b	328,9b	589,0b	0,8a	3,0b	3,8b
CV (%)	-	10,2	10,6	11,4	14,6	10,8	10,6

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a ($P \leq 0,05$)

Possivelmente, o lote um do híbrido Premier encontra-se em processo inicial de deterioração, uma vez que foi apontado como inferior pelos testes de comprimento de raiz, deterioração controlada e pelos índices de vigor e crescimento, além do comprimento de hipocótilo, raiz e total de plântulas gerado pela análise de imagens do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl. Dessa forma, a análise de imagens poderia ser utilizada conjuntamente com esse teste para identificar lotes com maior potencial de armazenamento. Segundo Marcos-Filho (2015), após o processo de envelhecimento das sementes, as primeiras características afetadas são a velocidade de germinação e o crescimento de plântulas, sendo a perda da capacidade de germinar um evento secundário. Sendo assim, a avaliação de crescimento de plântulas, por exemplo, pode gerar resultados mais confiáveis quanto à qualidade das sementes.

Dessa forma, a análise de imagens com o software Vigor-S surge como uma importante ferramenta de complemento das informações obtidas com o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, por possibilitar a avaliação de vigor mais precisa em relação à contagem de plântulas normais que convencionalmente se realiza para avaliação do teste, além de reduzir em um dia o período necessário para avaliação.

Para o híbrido Supreme, os resultados obtidos pela análise de imagens confirmam as informações disponibilizadas pelos testes fisiológicos, bioquímicos e de resistência, uma vez que a maioria destes apontou o lote oito como de qualidade inferior aos demais do mesmo híbrido.

Além de ser um sistema que permite fácil interpretação dos dados pelo analista de sementes, o Vigor-S permite maior aproveitamento dos resultados obtidos da mesma avaliação, proporcionando, automaticamente, a obtenção de informações referentes à parte aérea e o sistema radicular separadamente para cada plântula, sem a necessidade de interferir na análise realizada pelo sistema. Além disso, os resultados das análises das imagens com os respectivos valores dos índices de vigor, uniformidade e comprimento das plântulas, podem ser exportados em extensões de Excel e em pdf, permitindo melhor organização das informações obtidas (CASTAN et al., 2018).

Dessa forma, a precisão apresentada pelo sistema, a possibilidade de obtenção de informações específicas de cada parte da plântula (parte aérea, sistema radicular e comprimento total), menor tempo necessário para análise e o custo reduzido do sistema Vigor-S constituem-se fatores primordiais para inserção nos laboratórios de controle de qualidade de sementes (CASTAN et al., 2018), além de reduzir a interferência do analista no resultado final.

Os resultados obtidos por meio da correlação de Pearson entre o índice de vigor proveniente da análise de imagens do teste de germinação (IV-G) e envelhecimento acelerado tradicional (IV-EAT) e os testes tradicionais para o híbrido Premier demonstraram não haver correlação significativa entre estes. Entretanto, deve-se considerar que esses resultados são coerentes, uma vez que os testes tradicionais não demonstraram diferenças significativas entre os lotes, fato também verificado pela análise de imagens do teste de germinação (IV-G) e envelhecimento acelerado tradicional (IV-EAT).

Para a correlação entre o índice de vigor proveniente da análise de imagens do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (IV-EAS) e os testes tradicionais, verificou-se correlação significativa entre a análise de imagens e os testes de comprimento de raiz e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, indicando que estes testes

apontaram resultados semelhantes quanto a qualidade dos lotes de sementes do híbrido Premier.

Tabela 7 - Coeficientes de correlação de Pearson entre o índice de vigor proveniente da análise de imagens (Vigor-S) do teste de germinação (IV-G), envelhecimento acelerado tradicional (IV-EAT) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (IV-EAS) e os testes de germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca total (MST), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MSPA), condutividade elétrica (CE 8h e CE 24h), lixiviação de potássio (LK), deterioração controlada (DC) e envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e com solução saturada de NaCl (EAS) de lotes de sementes de *Cucumis melo* L., híbridos Premier e Supreme.

Testes	Premier			Supreme		
	IV-G	IV-EAT	IV-EAS	IV-G	IV-EAT	IV-EAS
G	0,06ns	0,19ns	-0,04ns	0,04ns	0,64**	0,47*
PC	0,04ns	0,09ns	-0,10ns	0,01ns	0,67**	0,70**
CPA	-0,02ns	0,25ns	0,14ns	-0,27ns	-0,26ns	-0,43ns
CR	-0,33ns	0,27ns	0,45*	0,34ns	0,71**	0,63**
MST	-0,25ns	0,20ns	0,16ns	0,12ns	-0,34ns	-0,46*
E	0,30ns	-0,24ns	-0,40ns	0,27ns	0,64**	0,68**
IVE	-0,06ns	0,31ns	0,21ns	-0,25ns	-0,43ns	-0,25ns
MSPA	0,31ns	-0,07ns	-0,31ns	0,13ns	-0,26ns	-0,25ns
CE 8h	0,21ns	-0,28ns	-0,15ns	-0,33ns	-0,83**	-0,72**
CE 24h	0,15ns	-0,25ns	-0,08ns	-0,31ns	-0,82**	-0,70**
LK	-0,08ns	0,04ns	-0,01ns	-0,40ns	-0,77**	-0,70**
DC	-0,40ns	0,17ns	0,19ns	0,31ns	0,80**	0,73**
EAT	-0,24ns	0,06ns	0,10ns	0,36ns	0,81**	0,59**
EAS	-0,01ns	0,01ns	0,51*	0,26ns	0,52*	0,40ns

^{NS}, * e ** = não significativo, significativo a 5 ($P \leq 0,05$) e 1% de probabilidade ($P \leq 0,01$), respectivamente.

Para o híbrido Supreme, a correlação de Pearson entre o índice de vigor proveniente da análise de imagens do teste de germinação (IV-G) e os testes tradicionais não apontaram resultados significativos, devido às divergências apresentadas entre a classificação dos lotes pela análise de imagens e pelos testes tradicionais.

Os resultados obtidos por meio da correlação de Pearson entre o índice de vigor proveniente da análise de imagens do teste de envelhecimento acelerado tradicional (IV-EAT) e o envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (IV-EAS) e os testes tradicionais

para o híbrido Supreme, demonstraram a eficiência da utilização da análise de imagens quando aplicada em associação com os testes de envelhecimento. Verificou-se correlação positiva e significativa entre a análise de imagens (IV-EAT e IV-EAS) e os testes de germinação, primeira contagem, comprimento de raiz, emergência, deterioração controlada e envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, sendo verificada ainda correlação negativa e significativa entre a análise de imagens (IV-EAT e IV-EAS) e os testes de condutividade elétrica (8 e 24 h) e lixiviação de potássio.

A correlação positiva entre os dados significa que o ranqueamento dos lotes realizado pela análise de imagens (IV-EAT e IV-EAS) foi semelhante ao realizado pelos testes tradicionais, enquanto a negativa significa que os lotes que apresentaram as melhores médias na análise de imagens foram aqueles que obtiveram médias inferiores nos testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Pois, quanto maior for o valor do índice de vigor, menor será a quantidade de lixiviados liberados na solução de embebição, o que caracteriza sementes de alto vigor.

Dessa forma, a alta correlação verificada entre os testes de vigor tradicionais e a análise de imagens (IV-EAT e IV-EAS) confirma a eficiência deste último na avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão, híbrido Supreme, sendo sua utilização uma alternativa viável, rápida e de fácil execução.

5. CONCLUSÃO

O sistema Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S) é eficiente para determinação do potencial fisiológico de sementes de melão.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, M. E.; SÁ, M. E. Avaliação do vigor de sementes de rúcula pelo teste de lixiviação de potássio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 108 - 116, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222010000200013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 23 set. 2019.

AMARAL, A. S.; PESKE, S. T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 6, n. 3, p. 85 - 92, 1984. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2179-8087201500030042600001&lng=en>. Acesso em 23 set. 2019.

BAALBAKI, R. Z.; ELIAS, S. G.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M. B. **Seed vigor testing handbook**: contribution n. 32 to The handbook on seed testing. New York: Association of official Seed Analysts, 2009.

BESSA, M. A. D.; OLIVEIRA, E. N. A.; FEITOSA, B. F.; FEITOSA, R. M.; ALMEIDA, F. L. C.; OLIVEIRA NETO, J. O. Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 1 - 5, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232018000100502&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 14 nov. 2018.

BRANCALION, P. H. S.; TAY, D.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R.; MARCOS-FILHO, J. Priming of pioneer tree *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) seeds evaluated by an automated computer image analysis. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 3, p. 274 - 279, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162010000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 18 out. 2018.

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

<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2018.

CALIARI, M. F.; MARCOS-FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 12, n. 3, p. 52 - 75, 1990. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000088&pid=S0101-3122200500010000800009&lng=en>. Acesso em: 14 out. 2018.

CASTAN, D. O. C.; GOMES-JUNIOR, F. G.; MARCOS-FILHO, J. Vigor-S, a new system for evaluating the physiological potential of maize seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 75, n. 2, p. 167 - 172, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-992x-2016-0401>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

CAVALCANTI, N. M. S.; DUTRA, A. F.; MELO, A. S.; SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; NUNES JUNIOR, E. S. Aspectos agrônômicos do meloeiro ‘mandacaru’ cultivado em ambiente protegido sob irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 261 - 272, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.15809/irriga.2015v20n2p261>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

CICERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 151-164.

CHIQUITO, A. A. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pepino utilizando sistema computadorizado de análise de imagens de plântulas (SVIS®), em comparação com procedimentos tradicionais**. 2011. 63 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-02082011-094632/pt-br.php>>. Acesso em: 11 out. 2018.

DEUS, J. A. L.; SOARES, I.; NEVES, J. C. L.; MEDEIROS, J. F.; MIRANDA, F. R. Fertilizer recommendation system for melon based on nutritional balance. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 498 - 511, 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000200498&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 set. 2019.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 31 - 42, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161996000100005>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

DODE, J. S.; MENEGHELLO, G. E.; MORAES, D. M.; PESKE, S. T. Teste de respiração para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 686 - 691, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000400021>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039 - 1042, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 jun. 2019.

GOMES-JUNIOR, F. G.; CHAMMA, H. M. C. P.; CICERO, S. M. Automated image analysis of seedling for vigor evaluation of common bean seeds. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 36, n. 2, p. 195 - 200, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v36i2.21957>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

GOMES-JUNIOR, F. C. **Injúrias mecânicas em sementes de milho doce**. 2009. 129 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-14122009-145313/pt-br.php>>. Acesso em: 11 out. 2018.

GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, A. R. Aspectos fisiológicos de sementes. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 232, p. 40, 2006.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 727 - 734, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052010000300026&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 01 out. 2019.

HOFFMASTER, A. L.; XU, L.; FUJIMURA, K.; BENNETT, M. A. EVANS, A. F.; MCDONALD, M. B. The Ohio State University seed vigor imaging system (SVIS) for soybean and corn seedlings. **Seed Technology**, Moline, v. 27, n. 1, p. 7 - 24, 2005. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/23433211>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

IBGE. Produção agrícola municipal. Lavoura temporária melão. Produção e área plantada de melão, Brasil. 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76506>. Acesso em: 16 ago. 2018.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 1, p. 123 – 131, 1997. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288630754_The_saturated_salt_accelerated_aging_test_for_small-seeded_crops>. Acesso em: 08 set. 2018.

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor em sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 44 - 50, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v30n1/v30n1a08>>. Acesso em: 22 set. 2018.

KOBORI, N. N.; MASTRANGELO, T.; CICERO, S. M.; CASSIERI, P.; MORAES, M. H. D.; WALDER, J. M. M. Effects of gamma radiation on physiological and phytosanitary qualities of Brazilian Castor Bean seeds, *Ricinus communis* (cv. IAC Guarani). **Research Journal of Seed Science**, New York, v. 3, n. 2, p. 70 - 81, 2010. Disponível em: <<https://scialert.net/abstract/?doi=rjss.2010.70.81>>. Acesso em: 07 set. 2018.

LEITE, M. S.; LEITE, T. S.; TORRES, S. B.; LEAL, C. C. P.; FREITAS, R. M. O. Classificação do vigor de sementes de maxixe por meio da atividade respiratória. **Revista**

Ciência Agrônômica, Fortaleza, v. 50, n. 2, p. 307 - 311, 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902019000200307&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 22 set. 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176 - 177, 1962. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>>. Acesso em: 08 out. 2018.

MARCHI, J. L.; CICERO, S. M.; GOMES-JUNIOR, F. G. Utilização da análise computadorizada de plântulas na avaliação do potencial fisiológico de sementes de amendoim tratadas com fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 652 - 662, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222011000400007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 out. 2018.

MARCOS-FILHO J.; BENNETT, M. A.; MCDONALD, M. B.; EVANS, A. F.; GRASSBAUGH, E. M. Assessment of melon seed vigour by an automated computer imaging system compared to traditional procedures. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 34, n. 2, p. 485 - 497, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.15258/sst.2006.34.2.23>>. Acesso em: 09 out. 2018.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARCOS-FILHO, J.; KIKUTI, A. L.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 102 - 112, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100012>>. Acesso em: 06 out. 2018.

MEDEIROS, L. S.; FERREIRA, P. V.; CARVALHO, I. D. E.; OLIVEIRA, F. S.; SILVA, J. Primeiro ciclo de seleção massal na população PM3 de melão (*Cucumis melo* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 4, p. 21 - 27, 2015. Disponível em: <

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3473>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

MEDEIROS, M. A. TORRES, S. B.; NEGREIROS, M. Z.; MADALENA, J. A. S. Testes de estresse térmico em sementes de melão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 1, p. 7 - 13, 2014. Disponível em: <DOI:10.5039/agraria.v9i1a2393>. Acesso em: 10 out. 2018.

NASCIMENTO, W. M. **Produção de sementes de hortaliças para a agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, mar. 2005. 16 p. (Circular Técnica, 35).

OLIVEIRA, L. M.; CAVALHEIRO, V. B. D.; MORAES, D. M.; TILMANN, M. A. A.; SCHUCH, L. O. B. Medição do CO₂ como método alternativo para a diferenciação do vigor de lotes de sementes de melancia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 606 - 611, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000400606&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 set. 2019.

PEGO, R. G.; NUNES, U. R.; MASSAD, M. D. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plantas de rúcula no campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1341 - 1346, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011000800008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 set. 2019.

PORTAL NO AR. **Economia**. Natal, 2019. Disponível em: <<https://portalnoar.com.br/mercado-chines-pode-fazer-exportacao-de-melao-do-rn-crescer-30-e-gerar-mais-3-mil-empregos/>>. Acesso em 20 jun. 2019.

POWELL, A. A. The controlled deterioration test. In: VAN DER VENTER, H. A. (Org.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, 1995. p.73 - 87.

ROCHA, C. R. M.; SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Avaliação do vigor de sementes de girassol por meio de análise de imagens de plântulas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 6, p. 970 - 976, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131455>>. Acesso em: 10 out. 2018.

RODRIGUES, M. **Vigor-S: sistema para avaliação automatizada do vigor de sementes de soja**. 2019. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-29032019-115237/pt-br.php>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

ROSSETO, C. A. V.; FERNANDEZ, E. M.; MARCOS-FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 171 - 178, 1995. Disponível em: <DOI: 10.17801/0101-3122/rbs.v17n2p171-178>. Acesso em: 12 out. 2018.

SAKO, Y.; McDONALD, M. B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A. J.; BENNETT, M. A. A system for automated seed vigour assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, n. 3, p. 625 - 636, 2001. Disponível em: <<https://www.eurofinsus.com/media/162083/seed-vigor-imaging-system.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2018.

SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 145 - 151, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000200004>>. Acesso em: 12 out. 2018.

SILVA, M. C.; SILVA, T. J. A.; SILVA, E. M. B.; FARIAS, L. N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 6, p. 581 - 587, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000600003>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

SOUSA, A. E. C.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. H. C.; SANTOS, F. S. S. Produtividade do meloeiro sob lâmina de irrigação e adubação potássica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 271 - 278, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000200009>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

SOUZA, F. F. J.; SPEHAR, C. R.; SOUZA, N. O. S.; FAGIOLI, M.; SOUZA, R. T. G.; BORGES, S. R. Accelerated ageing test for the evaluation of quinoa seed vigour. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 45, n. 1, p. 212 - 221, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.15258/sst.2017.45.1.18>>. Acesso em: 03 out. 2019.

SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; COSTA, F. S.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, R. S.; SOUSA, M. S. S. Eficiência fotoquímica e produtividade de frutos de meloeiro cultivado sob diferentes lâminas de irrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1251 - 1262, 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744110004>. Acesso em: 03 out. 2018.

TORRES, S. B.; MARCOS-FILHO, J. Physiological potential evaluation in melon seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, n. 2, p. 341 - 350, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.15258/sst.2005.33.2.07>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

TORRES, S. B.; MARCOS-FILHO, J. Envelhecimento acelerado de sementes de melão. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 77 - 82, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v60n1/14546.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2018.

TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; OLIVEIRA, A. K.; BENEDITO, C. P.; MARINHO, J. C. Envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 70 - 75, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000100014>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Org.). **Testes de vigor em semente**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

ZUCARELI, C.; CAVARIANI, C.; SBRUSSI, C. A. G.; NAKAGAWA, J. Teste de deterioração controlada na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 732 - 742, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222011000400015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 01 out. 2019.

7. APÊNDICE A – Resumo da análise de variância para o híbrido Premier.

Tabela 8 - Quadrados médios para germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa seca total (MST), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MSPA), condutividade elétrica (CE 8h e CE 24h), lixiviação de potássio (LK), deterioração controlada (DC) e envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e com solução saturada de NaCl (EAS), índices de vigor (IV-G; IV-EAT; IV-EAS), crescimento (IC-G; IC-EAT; IC-EAS) e uniformidade (IU-G; IU-EAT; IU-EAS), comprimento de hipocótilo, raiz e total provenientes da análise de imagens (Vigor-S) do teste de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, respectivamente, híbrido Premier.

FV	GL	Quadrados médios							
		G	PC	CPA	CR	MST	E	IVE	MSPA
LOTES	3	0,42 ^{N.S}	0,31 ^{N.S}	1,37 ^{N.S}	17,97**	8,27 ^{N.S}	3,65 ^{N.S}	0,21 ^{N.S}	53,43**
RESÍDUO	16	1,88	2,31	0,65	1,72	2,41	1,44	0,09	7,93
DMS	-	2,48	2,75	1,46	2,37	2,81	2,17	0,53	5,10

FV	GL	Quadrados médios					
		CE 8h	CE 24h	LK	DC	EAT	EAS
LOTES	3	1,58 ^{N.S}	5,47 ^{N.S}	8,90 ^{N.S}	72,00**	3,93 ^{N.S}	32,20 ^{N.S}
RESÍDUO	16	27,42	30,78	9,78	4,70	11,90	13,20
DMS	-	9,48	10,04	5,66	3,92	6,24	6,58

FV	GL	Quadrados médios					
		IV-G	IC-G	IU-G	HIPOCÓTILO	RAIZ	TOTAL
LOTES	3	1126,58 ^{N.S}	254,19 ^{N.S}	6635,49*	0,003 ^{N.S}	0,023 ^{N.S}	0,044 ^{N.S}
RESÍDUO	16	465,91	545,29	1308,72	0,008	0,054	0,063
DMS	-	39,07	42,27	65,48	0,16	0,42	0,45

FV	GL	Quadrados médios					
		IV-EAT	IC-EAT	IU-EAT	HIPOCÓTILO	RAIZ	TOTAL
LOTES	3	3396,02 ^{N.S}	4456,02*	1483,32 ^{N.S}	0,103**	0,347 ^{N.S}	0,854*
RESÍDUO	16	1687,23	1265,58	4516,11	0,016	0,109	0,174
DMS	-	74,35	64,39	121,64	0,23	0,60	0,76

FV	GL	Quadrados médios					
		IV-EAS	IC-EAS	IU-EAS	HIPOCÓTILO	RAIZ	TOTAL
LOTES	3	9602,29*	9607,75*	9922,03 ^{N.S}	0,161**	0,850*	1,569*
RESÍDUO	16	1896,09	2198,54	3197,90	0,024	0,183	0,308
DMS	-	78,82	84,87	102,36	0,28	0,77	1,00

^{NS}, * e ** = não significativo, significativo a 5 ($P \leq 0,05$) e 1% de probabilidade ($P \leq 0,01$), respectivamente.

8. APÊNDICE B – Resumo da análise de variância para o híbrido Supreme.

Tabela 9 - Quadrados médios para germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa seca total (MST), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MSPA), condutividade elétrica (CE 8h e CE 24h), lixiviação de potássio (LK), deterioração controlada (DC) e envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e com solução saturada de NaCl (EAS), índices de vigor (IV-G; IV-EAT; IV-EAS), crescimento (IC-G; IC-EAT; IC-EAS) e uniformidade (IU-G; IU-EAT; IU-EAS), comprimento de hipocótilo, raiz e total provenientes da análise de imagens (Vigor-S) do teste de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, respectivamente, híbrido Supreme.

FV	GL	Quadrados médios							
		G	PC	CPA	CR	MST	E	IVE	MSPA
LOTES	3	6,15 ^{N.S}	27,50**	1,47 ^{N.S}	13,97**	10,27 ^{N.S}	26,15**	0,52 ^{N.S}	29,54 ^{N.S}
RESÍDUO	16	2,69	2,87	0,71	1,07	5,53	2,19	0,29	15,57
DMS	-	2,97	3,07	1,52	1,87	4,26	2,68	0,97	7,14

FV	GL	Quadrados médios					
		CE 8h	CE 24h	LK	DC	EAT	EAS
LOTES	3	1273,67**	1682,93**	107,16**	731,20**	346,67**	39,67*
RESÍDUO	16	4,97	8,46	2,60	6,60	11,30	9,30
DMS	-	4,03	5,26	2,92	4,65	6,08	5,52

FV	GL	Quadrados médios					
		IV-G	IC-G	IU-G	HIPOCÓTILO	RAIZ	TOTAL
LOTES	3	7964,69*	9960,69**	4280,25 ^{N.S}	0,047*	0,821**	1,233**
RESÍDUO	16	1686,01	1507,36	3290,69	0,011	0,133	0,185
DMS	-	74,32	70,27	103,83	0,19	0,66	0,78

FV	GL	Quadrados médios					
		IV-EAT	IC-EAT	IU-EAT	HIPOCÓTILO	RAIZ	TOTAL
LOTES	3	27514,15**	33874,43**	18662,35**	0,737**	2,79**	6,050**
RESÍDUO	16	1354,73	1973,96	2135,86	0,039	0,160	0,304
DMS	-	66,62	80,42	83,65	0,36	0,73	1,00

FV	GL	Quadrados médios					
		IV-EAS	IC-EAS	IU-EAS	HIPOCÓTILO	RAIZ	TOTAL
LOTES	3	22765,23**	20929,40**	29639,91*	0,075*	1,781**	2,525**
RESÍDUO	16	2645,63	1985,11	6461,25	0,019	0,174	0,257
DMS	-	93,10	80,65	145,49	0,25	0,76	0,92

^{NS}, * e ** = não significativo, significativo a 5 ($P \leq 0,05$) e 1% de probabilidade ($P \leq 0,01$), respectivamente.