



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

LUCAS CARVALHO SOARES

DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM SEMENTES DE MELANCIA

FORTALEZA
2021

LUCAS CARVALHO SOARES

DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM SEMENTES DE MELANCIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alek Sandro Dutra.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S655d Soares, Lucas Carvalho.

Deterioração controlada em sementes de melancia / Lucas Carvalho Soares. – 2021.
41 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Alek Sandro Dutra.

1. Citrullus lanatus. 2. Deterioração de sementes. 3. Vigor de sementes. I. Título.

CDD 630

LUCAS CARVALHO SOARES

DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM SEMENTES DE MELANCIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alek Sandro Dutra (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Haynna Fernandes Abud
Engenheira Agrônoma

Dra. Luciana Maria Herculano da Silva
Engenheira Agrônoma

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e os meus guias espirituais por ter me dado força para seguir essa jornada.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa, pois sem a mesma seria inviável a minha permanência no mestrado.

À minha mãe, Maria de Fátima por nunca ter deixado de acreditar em mim e sempre me fornecer estímulos para seguir em frente.

Ao Prof. Alek Sandro Dutra pela excelente orientação e por ter me acompanhado em todas as fases laboratoriais do experimento, pois essa supervisão foi essencial para o sucesso da pesquisa.

À empresa Horticeres pelo fornecimento das sementes.

À Dona Regina, por ter me ajudado na fase laboratorial e pelos conselhos.

Aos meus filhos Loirinho e Mor por terem me consolado nos momentos em que pensei em desistir de tudo e aos meus amigos Michel, João e Walysson por terem sido um suporte na vida acadêmica e social, além disso, aos meus amigos do Piauí.

A todos os estudantes de pós-graduação que durante esse momento de pandemia não desistiram dos seus sonhos e aos mais de 500 mil mortos pelo vírus da covid-19.

RESUMO

Testes de vigor são fundamentais para avaliar a qualidade das sementes, além de fornecer informações confiáveis para o manejo dos lotes de sementes. Assim, o objetivou-se com esse trabalho estimar a eficiência do teste de deterioração controlada na determinação da qualidade de lotes de sementes de Melancia (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum & Nakai). O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Ceará (UFC), com a utilização de quatro lotes de sementes da cultivar Crinson Sweet. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 x 2 x 2 (quatro lotes, duas temperaturas, duas umidades da semente e dois tempos de exposição), com quatro repetições. A caracterização inicial dos lotes foi realizada através dos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência em campo e índice de velocidade de emergência. As sementes foram ajustadas para o teor de água de 18% e 24% e, em seguida, submetidas à deterioração controlada em banho-maria, às temperaturas de 41°C e 45°C durante 48 e 72 horas. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Também foi calculado os coeficientes de correlação linear simples (r) entre o resultado do teste de deterioração controlada e os testes de caracterização dos lotes. O teste de deterioração controlada pode ser eficiente para avaliar a qualidade dos lotes de sementes de melancia, onde a combinações com teor de água em 18%, associada às temperaturas de 41°C ou 45°C durante 48 horas foram as mais eficientes para verificar o vigor dos lotes da espécie estudada.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*; deterioração de sementes; vigor de sementes.

ABSTRACT

Vigor tests are essential to assess seed quality, in addition to providing reliable information for the management of seed lots. Thus, the objective of this work was to estimate the efficiency of the controlled deterioration test in determining the quality of seed lots of Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum & Nakai). The experiment was carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Federal University of Ceará (UFC), using four seed lots of the cultivar Crinson Sweet. The experiment was carried out in a completely randomized design, in a 4 x 2 x 2 x 2 factorial scheme (four lots, two temperatures, two seed moistures and two exposure times), with four replications. The initial characterization of the lots was carried out through germination tests, first germination count, accelerated aging, electrical conductivity, field emergence and emergence speed index. Seeds were adjusted to water content of 18% and 24% and then subjected to controlled deterioration in a water bath at temperatures of 41°C and 45°C for 48 and 72 hours. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability. The simple linear correlation coefficients (r) between the result of the controlled deterioration test and the batch characterization tests were also calculated. The controlled deterioration test can be efficient to evaluate the quality of watermelon seed lots, where combinations with water content of 18%, associated with temperatures of 41°C or 45°C for 48 hours were the most efficient to verify the vigor of the lots of the studied species.

Index terms: *Citrullus lanatus*; seed deterioration; seed vigor.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|----------|--|----|
| Figura 1 | - Condução do teste de germinação em sementes de Melancia.. | 21 |
| Figura 2 | - Teste de emergência de plântulas em campo conduzido com quatro lotes de sementes de melancia..... | 22 |
| Figura 3 | - Teste de deterioração controlada em sementes de melancia..... | 23 |
| Figura 4 | - Etapas da execução do teste de deterioração controlada em sementes de melancia..... | 25 |
| Figura 5 | - Lotes de sementes de melancia submetidos ao teste de condutividade elétrica após tratamento comercial..... | 30 |
| Figura 6 | - Curva de embebição com o tempo necessário para os lotes de melancia atingirem os teores de água pré-determinado (18% e 24%)..... | 31 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | - Germinação (G%), Primeira contagem (PG%), Emergência em campo (EC%), Índice de velocidade de emergência (IVE), Envelhecimento acelerado (EA%), Massa seca de plântulas (MSP g), Condutividade elétrica (CE $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{.g}^{-1}$) para os quatros lotes de melancia..... | 26 |
| Tabela 2 | - Teor de água dos lotes de sementes de melancia após o teste de deterioração controlada..... | 31 |
| Tabela 3 | - Desdobramento da interação significativa entre os lotes, teores de água e tempo de exposição, em relação à porcentagem de germinação em lotes de sementes de melancia no teste de deterioração controlada..... | 33 |
| Tabela 4 | - Coeficientes de correlação simples (r) entre os resultados obtidos nos testes de deterioração controlada (DC%) e de germinação (G%), Primeira contagem (PG%), emergência em campo (EC%), Índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento Acelerado (EA%), massa seca de plântulas (MSP g), Condutividade elétrica (CE $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{.g}^{-1}$) realizado com as sementes dos quatros lotes de melancia..... | 35 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| AOSA | Association of Official Seed Analysts |
| FAO | Food and Agriculture Organization |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ISTA | International Seed Testing Association |
| UFC | Universidade Federal do Ceará |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 | Aspectos gerais da cultura da melancia..... | 15 |
| 2.2 | Vigor de sementes..... | 17 |
| 2.3 | Condutividade elétrica..... | 18 |
| 2.4 | Envelhecimento acelerado..... | 18 |
| 2.5 | Deterioração controlada..... | 19 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 22 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 27 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 38 |
| | REFERÊNCIAS..... | 39 |

1. INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lunatus* (Thumb.) Matsum & Nakai) é uma planta originária da África equatorial, pertence à família Curcubitaceae, assim como a abobrinha, melão, pepino, entre outras (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007). Essa cultura apresenta ciclo vegetativo anual, possui caules estriados e rastejantes com presença de gavinhas e folhas lobadas (SILVA JÚNIOR et al., 2015).

A melancia pode ser cultivada em praticamente todas as regiões do planeta, sendo os maiores produtores China, Turquia, Irã e Brasil, juntos são detentores de aproximadamente 80% da produção mundial (OLIVEIRA et al., 2019). Segundo dados do IBGE (2019) o Ceará foi responsável por produzir 50.68 toneladas de melancia.

O Nordeste é considerado uma região promissora para o cultivo de melancia, especialmente os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, nestes estados o cultivo da melancia é crescente, principalmente no Agropolo Jaguaribe-Açu, isso porque a região possui condições climáticas e solo apropriado para o cultivo da espécie (GOMES, 2010). Segundo Moura et al. (2021) a mesorregião do Jaguaribe no ano de 2000 foi responsável por 36,8% da produção de melancia no estado do Ceará, já em 2015 a região apresentava 66% da produção, ou seja, um aumento de 29,2%.

Um dos principais insumos para o cultivo de melancia são as sementes, isso porque, é a forma de propagação predominante nos cultivos, portanto, a investigação acerca de testes de vigor que sejam capazes de determinar de forma eficaz a qualidade dos lotes de sementes é fundamental.

A qualidade das sementes pode ser influenciada por componentes genéticos, físico, fisiológico e sanitário, pois todos esses fatores influenciam na capacidade de germinação das sementes e na formação de plântulas (MARCOS FILHO, 2015), além disso, fatores climáticos e o manejo dos lotes também podem afetar a qualidade das sementes. Portanto, a tecnologia de sementes visa a obtenção de testes que sejam capazes de avaliar a qualidade das sementes, isso através do teste de germinação e de testes de vigor, onde o resultado dos mesmos possam oferecer informações sobre a viabilidade para armazenamento de lotes de sementes e da germinação em campo (ROCHA et al., 2018)

Na análise do vigor de sementes procura-se adotar metodologias de baixo custo, fácil execução e confiabilidade nos resultados e interpretação dos dados (MARCOS FILHO, 2015). Rotineiramente são realizados em laboratórios testes tradicionais para avaliar o vigor de sementes como condutividade elétrica e envelhecimento acelerado, estes possuem bastante aceitação pela indústria de sementes do Brasil, todavia, sem padronização.

Em vista disso, o teste de deterioração controlada possui uma metodologia similar ao envelhecimento acelerado, onde as sementes são expostas a condições ambientais que induz o processo de deterioração como alta temperatura e alta umidade, posteriormente o vigor é determinado a partir do teste de germinação. Contudo, o teste de deterioração controlada se torna mais sensível devido a padronização inicial no teor de água das sementes, conseqüentemente gerando resultados mais confiáveis na determinação do vigor e na diferenciação de lotes de sementes (MARINKE, et al., 2019).

Inicialmente o teste de deterioração controlada foi desenvolvido para verificar o vigor dos lotes de hortaliças (POWELL e MATTHEWS, 1981), atualmente já é possível comprovar a eficácia do teste para as mais diversas espécies como: milho (ZUCARELI et al., 2011), nabo forrageiro (MORAIS e ROSSETTO, 2013) e Crambe (LEÃO-ARAÚJO et al., 2017).

Para a cultura da melancia, a literatura dispõe de poucos trabalhos acerca do estudo dessa metodologia, sendo assim, a adequação do teste para as sementes de melancia é essencial para auxiliar no controle de qualidade dos lotes.

Assim o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar a eficácia do teste de deterioração controlada na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia, cultivar Crinson Sweet.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura da melancia

A melancia é uma hortaliça pertencente à família das cucurbitáceas, proveniente de regiões áridas da África, também possui a Ásia como centro de diversificação secundário (NASCIMENTO et al., 2011). Todavia, sua domesticação aconteceu na África central, na qual é cultivada há mais de 5.000 mil anos (GUNER e WEHNER, 2008).

A melancia é uma espécie herbácea com caule estriado de crescimento rastejante e ciclo vegetativo anual (DIAS e REZENDE, 2010). O sistema radicular é do tipo pivotante, produz raízes extensas que ocupa uma profundidade efetiva no solo entre 30 cm e 40 cm, todavia, em algumas condições pode atingir maiores profundidades que ultrapassa 60 cm (MAROUELLI et al., 2012).

A planta possui folhas com limbo de contorno recortado e distribuição alternada, apresenta entrenós longos e das axilas das folhas partem as gavinhas, órgão que permite a fixação da planta no solo (PARIS et al., 2013).

As flores da melancieira são pequenas e de coloração amarela ou branca com hábito de florescimento monoico, tanto as flores masculinas, femininas e hermafroditas estão posicionadas nas axilas das folhas nas ramas principais (FILGUEIRA, 2013).

O fruto da melancia é consumido por várias classes sociais, isso devido ao preço acessível, tornando-se popular em todo território brasileiro. Possui importante valor nutricional por ser rica em água, açúcares, vitaminas e sais minerais, além disso, é rica em licopeno um poderoso antioxidante e que também confere a coloração vermelha do fruto (FERRARI et al., 2013).

Os frutos constituem uma baga de formato esférico ou ovoide com elevado número de sementes. A coloração do fruto varia do verde-escuro ao verde-claro com listras. A parede externa do fruto é dura e a interna de consistência carnosa. Quando maduro a coloração da polpa advinda da placenta possui coloração variando entre o branco róseo ao vermelho arroxeado (GOMES, 2012).

Atualmente, a melancia é uma das hortaliças frutos mais produzidas mundialmente. No *ranking* mundial de produção global, a China é o maior produtor (Food and Agriculture Organization - FAO, 2017). O Brasil ocupa o quarto lugar, com uma produção de 2,27 milhões de toneladas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2019).

No Brasil, o cultivo da melancia possui grande importância socioeconômica por ser produzidas por pequenos agricultores, além disso, o manejo é fácil e de baixo custo quando comparadas a outras hortaliças, como exemplo as solanáceas. As plantações de melancia necessitam de tratamentos culturais manuais no qual demanda mão de obra, sendo assim, gerando fonte de renda e emprego, constituindo-se como uma importante atividade lucrativa em todas as regiões do Brasil (PAIVA, 2015)

O cultivo da melancieira não tolera baixas temperaturas e geadas, sendo uma olerícola de clima quente. A planta tem pleno desenvolvimento sob temperatura entre 18°C e 25°C, sendo a temperatura ideal para o crescimento dos frutos variando entre 20°C a 30°C, sem grande amplitude térmica entre as temperaturas diurna e noturna (FILGUEIRA, 2013).

A germinação da semente e a emergência das plântulas são as fases mais críticas em relação às baixas temperaturas, onde o cultivo em temperatura inferior a 16°C inibe a germinação das sementes. Para que haja um bom resultado a semeadura deve ser realizada em temperatura superior a 20°C (SHREFLER et al., 2016).

O ponto de colheita da melancia é determinado a partir de transformações morfológicas na planta como o ressecamento da gavinha próximo ao pedúnculo do fruto, alteração na coloração da casca do fruto que fica em contato com o solo que passa de verde brilhante para uma tonalidade opaca ou ressonância produzida pela batida no fruto, além disso, o ponto de colheita também pode ser determinado através do teor de sólidos solúveis dos frutos, onde esse teor deve ser no mínimo 10°Bx e pode ser quantificado com refratômetro. Ressalta-se que essas características podem variar de acordo com a variedade cultivada (ARAÚJO et al., 2011). Após a colheita a classificação do fruto é feita baseada na sua massa, compreendendo as seguintes categorias: Frutos grandes (acima de 9kg), médios (6-9kg) e pequenos (abaixo de 6kg) (CARVALHO, 2016).

2.2 Vigor de sementes

A semente é considerada um dos insumos agrícolas mais importantes para os diversos sistemas de cultivos, principalmente quando a semente é o único meio de propagação da espécie, como é o caso da melancia. Conforme Munizzi et al. (2010), as sementes vigorosas possuem um melhor desempenho em processos como germinação de sementes e emergência de plântulas, proporcionando um stand com plântulas mais uniformes e com maior desempenho inicial.

O conceito de vigor adotado pela ISTA (International Seed Testing Association, 2014) baseia-se na soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho da semente ou do lote de sementes, durante a germinação e a emergência da plântula. Já a AOSA (Association of Official Seed Analysts, 1983) conceitua o vigor de sementes como “aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições ambientais”

Para Marcos Filho (2015), os conceitos sobre vigor mencionados anteriormente possui como fundamento o conjunto das características físicas e bioquímicas das sementes que colaboram para a emergência e o pleno desenvolvimento de plântulas submetidas a ampla diversidade de condições ambientais.

Já Perry (1978) atribui diferenças no vigor de sementes aos processos e reações químicas durante a fase de germinação, taxa e homogeneidade de germinação e crescimento de plântulas de um lote, isto sob condições desfavoráveis.

Atualmente a literatura dispõe de vários estudos para analisar o vigor em sementes, porém, não existe ainda uma metodologia padronizada que possa ser adotada por várias espécies. Tratando-se da melancia, encontra-se estudos avaliando o vigor das sementes através do uso de testes tradicionais como no trabalho executado por Bento et al. (2009), que utilizaram o teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor das sementes, Duarte et al. (2017) avaliando o vigor através do envelhecimento acelerado e Nery et al. (2007) com o teste do tetrazólio.

Apesar de existir vários testes de vigor conceituados, equitativamente existe algumas limitações quanto ao seu uso, isto devido as variações na coleta de dados, subjetividade na análise e um processo laborioso para obtenção dos resultados. Sendo assim, a deterioração controlada é uma técnica análoga ao envelhecimento acelerado, todavia, sendo mais rigoroso devido a padronização da umidade de sementes e gerando resultados mais confiáveis (MARINKE et al., 2019)

Portanto, o uso de testes rápidos e rigorosos para determinar o vigor das sementes é essencial para agilizar a tomada de decisões em relação ao manejo de lotes.

2.3 Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica é considerado um teste bioquímico, todavia, o mesmo envolve dois princípios, o físico, onde avalia-se a passagem da corrente elétrica a partir da solução de embebição, e o biológico, que diz respeito à perda de lixiviados da parte interna da célula para o meio externo (GONZALES et al., 2009).

Sendo assim, para que ocorra a liberação dos lixiviados deve existir alterações na integridade das membranas celulares, isto de forma proporcional ao grau de deterioração, ou seja, quanto maior for a liberação de exsudados, maior será a condutividade elétrica da solução, consequentemente caracterizando lotes de sementes com menor vigor, em razão do grau de deterioração das membranas (MARCOS FILHO, 2015). Ao passo que quanto mais rápido for reestruturação das membranas, menor será a quantidade de lixiviados liberados, portanto, maior será o vigor das sementes.

2.4 Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado desenvolvido por Delouche (1965) é considerado um dos mais sensíveis e precisos para quantificar o vigor de inúmeras espécies. O teste baseia-se na premissa que sementes submetidas à temperatura e umidade relativa elevada possui um processo de deterioração acelerado, sendo estes elementos ambientais de maior ação na intensidade e

velocidade de deterioração das sementes (ATAÍDE; FLORES e BORGES, 2012).

Todavia, o teste sofre influência de outros fatores como: genótipo, tamanho das sementes, duração das amostras na câmara de envelhecimento, tipo de recipiente usado, entre outros (MARCOS FILHOS, 2015). Ferreira (2016) acredita que o teste de envelhecimento acelerado é bastante eficiente para avaliar o desempenho das sementes em relação à capacidade de germinação.

A exposição das sementes às condições ambientais do teste promove diferenças significativas no comportamento das amostras, isso devido a diferença na absorção da umidade pelas sementes (TUNES et al., 2010).

Portanto, as sementes mais vigorosas possuem um melhor desempenho na formação de plântulas normais e com germinação mais uniforme após serem submetidas ao envelhecimento acelerado (GARCIA; NOGUEIRA e ABREU, 2004). Já, as sementes com um vigor inferior apresentam um comportamento oposto, isso permite identificar a diferença entre a qualidade dos lotes com maior ou menor probabilidade de sucesso após a semeadura ou o armazenamento.

2.5 Deterioração controlada

A qualidade das sementes geralmente é avaliada a partir de testes de germinação submetidos a condições controladas, portanto, superestimando a qualidade real dos lotes, uma vez que as sementes avaliadas não foram expostas a condições adversas (TORRES e MARCOS FILHO, 2001). Sendo assim, foram elaborados testes de vigor com o intuito de se obter informações seguras sobre a autenticidade da qualidade de lotes de sementes e assegurar o pleno desenvolvimentos das mesmas no campo ou em armazenamento (BHERING et al., 2006).

As sementes estão expostas a processos de deterioração constante e inexorável evidenciado através de modificações bioquímicas e fisiológicas, sendo o principal efeito deletério a perda do potencial germinativo (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977). Desse modo, é de suma importância que testes de vigor sejam capazes de prever a qualidade de lotes de sementes levando em consideração o processo de deterioração.

Através do teste de deterioração controlada é possível identificar diferenças no vigor entre lotes de sementes, o princípio desse teste baseia-se na ideia que lotes de sementes com alto vigor expostas a condições de estresse como alta temperatura e alta umidade manteria a qualidade, ao passo que sementes de baixo vigor teriam comportamento inverso, ou seja, redução na qualidade (MA, 2020).

Observa-se que o princípio do teste de deterioração controlada se assemelha ao envelhecimento acelerado, porém leva em consideração a padronização do teor de água inicial das sementes em todas as amostras antes de iniciar o processo de deterioração sob alta temperatura (HAMPTON e TEKRONY, 1995). Dessa forma, o teor de água durante a realização do teste se mantém constante, situação que não ocorre no teste de envelhecimento acelerado. A regulagem no teor da água permite as sementes atingir o ponto de equilíbrio antecipadamente, com isso são submetidas a um estresse mais severo quando comparado ao envelhecimento acelerado, onde o teor de água aumenta de forma incontrolável até atingirem o equilíbrio (KRZYZANOWSKI et al., 2001).

Inicialmente, o teste de deterioração controlada foi elaborado para avaliar o vigor de sementes de hortaliças como a alface e cenoura (MATTHEWS; POWELL, 1987) tomate (PANOBIANCO e MARCOS-FILHO, 2001) e melão (TORRES, 2002), porém atualmente tem sido utilizada para avaliar o vigor de outras culturas como beterraba (SILVA e VIEIRA, 2010), coentro (TORRES et al., 2012), crotalária (SILVA, R. et al., 2015), ninger (GORDIN; SCALON e MASETTO, 2015), orquídeas (FILETI et al., 2015), repolho (BERNADES et al., 2015) e crambe (LEÃO-ARAÚJO et al., 2017).

Apesar do teste a princípio ter sido desenvolvido para avaliar o potencial fisiológico em sementes de hortaliças, na literatura é possível encontrar poucos trabalhos como os dos autores Mavi e Matthews (2010) sobre o uso do teste de deterioração controlada para avaliar a qualidade de sementes de melancia, onde os autores concluíram que sementes com teor de água de 20 ou 24% e expostas a 45°C por 48h foi eficiente para determinar o vigor fisiológico dos lotes de sementes com base no tempo médio de germinação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, utilizando quatro lotes de sementes de melancia da cultivar Crinson Sweet doados pela empresa Horticeres.

Inicialmente, foi realizado os testes de germinação e vigor (primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência em campo e índice de velocidade de emergência) para caracterizar a qualidade inicial dos lotes de sementes, a partir das seguintes metodologias:

Teor de água (TA): determinado conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se duas amostras de 2 g de sementes, que foram colocadas em recipientes de alumínio, pesada e levadas a estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas.

Teste de germinação (TG): O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes por lote, em rolos de pape filtro umedecido com 2,5 vezes o peso seco do papel e mantido em um germinador a temperatura constante de 25°C (Figura 1). A contagem final foi feita no décimo quarto dia após a semeadura (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Figura 1 - Condução do teste de germinação em sementes de melancia



Fonte: elaborado pelo autor.

Primeira contagem de germinação (PCG): realizado em conjunto com o teste de germinação. A porcentagem de plântulas normais será obtida no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

Emergência de plântulas em campo (EC): utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em canteiros de 10 x 1 m, com 20 cm entre repetições, contendo mistura de terra e areia na proporção de 1:1 (Figura 2). As irrigações foram feitas sempre que necessário, visando o fornecimento de água para a germinação das sementes e emergência das plântulas. Determinou-se a porcentagem de emergência de plântulas no décimo quarto dia, após a semeadura.

Figura 2 - Teste de emergência de plântulas em campo conduzido com quatro lotes de sementes de melancia.



Fonte: elaborado pelo autor.

Envelhecimento acelerado (EA): executado com quatro repetições de 50 sementes por lote, com 200 sementes colocadas sobre tela de aço inoxidável no terço superior de uma caixa de plástico (11 x 11 x 3,5 cm) contendo 40 mL de água destilada. Depois que a tampa foi fechada, as caixas foram mantidas em uma câmara B.O.D. regulada a 41 °C por 48 horas, ao término desse período foi conduzido o teste de germinação.

Condutividade elétrica (CE): quatro repetições de 50 sementes foram pesadas em uma balança analítica com resolução de 0,001 g. Em seguida, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada (Figura 3)

sendo na sequencia colocados em câmaras de germinação a 25 °C durante 24 horas. Após esse período, a condutividade elétrica da solução foi determinada por um medidor de condutividade elétrica (modelo TEC-4MP), e os valores médios calculados e expressos em $\mu\text{S.cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 2020).

Figura 3 - Teste de deterioração controlada em sementes de melancia



Fonte: elaborado pelo autor.

Índice de velocidade de emergência (IVE): conduzido juntamente com o teste de emergência de plântulas em campos e determinado a partir da contagem diária das plântulas emergidas, sendo calculado pela seguinte fórmula proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVE} = \frac{E_1}{T_1} + \frac{E_2}{T_2} + \dots + \frac{E_i}{T_i}$$

E1 até Ei é o número de plântulas emergidas ocorrida em cada dia; T1 até Ti é o tempo (dias).

Deterioração controlada (DC): para realização deste teste, inicialmente o teor de água das sementes foram ajustados para 18% e 24% pelo método do substrato úmido (Figura 4A) (ZUCARELI et al., 2008), utilizando papel filtro umedecido com água destilada na proporção de 2,5 a massa do papel e

colocados em caixa plásticas (11 × 11 × 3 cm) sendo acondicionado em câmara BOD até atingirem a massa previamente determinada.

Durante o umedecimento artificial, os teores de água das sementes foram monitorados através de pesagens sucessivas, até se obterem os valores desejados. Em seguida, cada amostra foi colocada em sacos plásticos transparente com zip lock e depois dentro de sacos laminados e fechado hermeticamente (Figura 4B, C e D) permanecendo por cinco dias em câmara fria (8-10°C) para atingir o equilíbrio higroscópico (LEÃO-ARAÚJO, 2017).

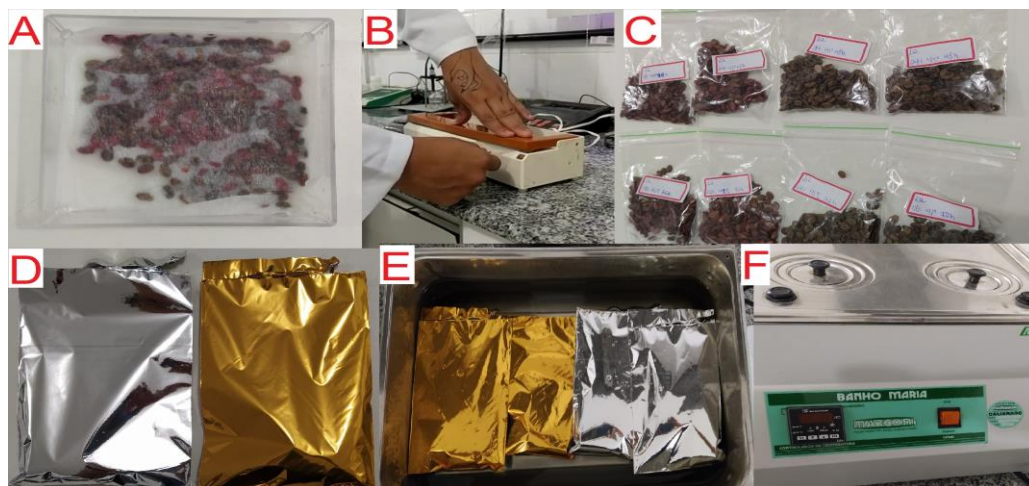
Os cálculos dos teores de água foram baseados na metodologia proposta por (LEÃO-ARAÚJO, 2017) que leva em consideração o teor de água inicial, o peso inicial dos lotes e qual seria o peso final dos mesmos para que fossem atingidos os teores de água desejados, ou avaliados num dado período de embebição, por meio da seguinte fórmula:

$$W2 = \frac{(100-A)W1}{(100-B)}$$

Onde: A = teor de água inicial das sementes; B = teor de água requerido; W1 = peso inicial das sementes (g); W2 = peso final das sementes (g), para o teor de água requerido.

Após este período, as sementes foram mantidas em banho-maria (Figura 4E e F), a 41 e 45°C, por 48 e 72 horas, ao término deste período, os recipientes foram imersos rapidamente em água fria para reduzir a temperatura e posteriormente instalar o teste de germinação (POWELL, 1995). As contagens foram realizadas no quinto dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais. Foi determinado, também, o teor de água das sementes após os períodos em banho-maria.

Figura 4 - Etapas da execução do teste de deterioração controlada em sementes de melancia.



Fonte: elaborado pelo autor.

Desenho experimental e análise estatística: para a avaliação da qualidade dos lotes de sementes adotou-se o delineamento inteiramente casualizado e os dados obtidos pelos testes (TG, PCG, IVE, EA, CE e EC) foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados de deterioração controlada (DC) foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial $4 \times 2 \times 2 \times 2$ (quatro lotes de sementes, duas temperaturas, duas umidades das sementes e dois tempos de exposição), com quatro repetições. As médias foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5%.

Foram determinados também os coeficientes de correlação linear simples (r) entre o resultado do teste de deterioração controlada e os testes de caracterização dos lotes. As análises estatísticas foram realizadas usando o software Sisvar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelos testes de caracterização inicial de forma geral foram capazes de diferenciar os lotes (Tabela 1), sobre o teste de germinação, o mesmo gerou respostas estatisticamente diferentes, onde o lote 1 obteve uma maior porcentagem de plântulas normais, portanto, considerado como o lote de melhor qualidade, os lotes 3 e 4 tiveram um desempenho intermediário, ao passo que, o lote 2 apresentou a menor porcentagem de plantas normais, portanto, considerado como de qualidade inferior.

Tabela 1 – Teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA), massa seca de plântulas (MSP), condutividade elétrica (CE) para os quatro lotes de sementes de melancia.

| Lotes * | G (%) | PC (%) | EC (%) | IVE | EA (%) | MSP (g) | CE $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{.g}^{-1}$ |
|---------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|--|
| 1 | 98a | 76a | 99a | 9,62a | 97ab | 3,24a | 100,73c |
| 2 | 89c | 33b | 84c | 7,23c | 94ab | 2,38b | 60,96a |
| 3 | 91bc | 71a | 95b | 8,61b | 89b | 2,66ab | 62,15a |
| 4 | 95ab | 74a | 99a | 8,92b | 98a | 2,55b | 72,53b |
| CV(%) | 0,67 | 12,15 | 5,52 | 8,01 | 11,73 | 21,34 | 1,27 |

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Apesar do teste de germinação ter sido eficaz em diferenciar os lotes, ressalta-se que todos os lotes apresentaram um excelente desempenho, pois estão com germinação acima da recomendada para a comercialização de sementes de melancia-que deve ter o mínimo de 80%, e neste trabalho todos os lotes tiveram germinação superior.

O teste de primeira contagem (Tabela 1) classificou os lotes em dois níveis de vigor, no qual, os lotes 1, 3 e 4 foram considerados com maior vigor e o lote 2 com desempenho inferior, diferindo do lote com vigor superior (lote 1) em 44%, assim observa-se em melhor ranqueamento de lotes através do teste de germinação. Oliveira et al. (2015) constataram que o teste de primeira contagem também dividiu os lotes de melancia em dois níveis de vigor. Para Marcos Filho (2015) a diminuição na velocidade de germinação não está entre

os eventos iniciais do processo de deterioração das sementes, por conta disso, o teste de primeira contagem tem baixa sensibilidade em identificar diferenças no vigor.

Todavia, Medeiros et al. (2014) dizem que o teste de primeira contagem, comumente, é capaz de gerar resultados mais satisfatórios em relação a velocidade de germinação entre os lotes comparado ao teste do índice de velocidade de germinação, ainda conforme os mesmos autores, a primeira contagem é importante para averiguar os lotes com capacidade de estabelecimento mais rápido, além disso, tem a praticidade de ser realizado concomitante com o teste de germinação, por isso, não exige equipamento especial e se torna menos trabalhoso que o teste de velocidade de germinação.

Ainda com base na (Tabela 1) o teste de emergência em campo estratificou os lotes em três níveis de vigor, os lotes 1 e 4 foram considerados com alto vigor, lote 3 intermediário e o lote 2 com vigor inferior, neste caso, o teste de emergência foi tão eficiente quanto o teste de germinação na diferenciação dos lotes. Este resultado está de acordo com o trabalho realizado por Radke et al. (2017), onde o teste de emergência também classificou os lotes de melancia em três níveis de vigor.

No tocante dos resultados sobre o índice de velocidade de emergência (Tabela 1) os lotes foram divididos em três níveis de vigor, o lote 1 mais uma vez tendo desempenho superior, os lotes 3 e 4 foram considerados intermediários e o lote 2 com desempenho inferior aos de mais.

O mesmo comportamento foi observado em relação ao teste de envelhecimento acelerado (Tabela 1), onde o teste classificou os lotes em três níveis de vigor, todavia, nesse teste o lote 4 teve vigor superior, até então, em relação aos testes anteriores o lote 1 predominantemente estava sendo considerado como o de maior vigor, os lotes 1 e 2 intermediários, ao passo que o lote 3 se mostrou mais sensível ao teste, tendo uma menor porcentagem de germinação comparada aos demais.

Ressalta-se que o lote 2 nos demais teste sempre foi classificado como o de menor vigor, entretanto, nesta situação foi considerado como intermediário. A umidade é fundamental para desencadear o processo de germinação, pois a água é capaz de promover a ativação e manutenção do metabolismo das sementes (BEWLEY et al., 2013), sendo assim,

possivelmente o ambiente do teste estimulou o metabolismo das sementes do lote 2 e favoreceu o processo de embebição e com isso proporcionando uma maior porcentagem de germinação.

Comparado ao teste de germinação, nesta situação o lote 2 obteve um ganho de 5% na porcentagem de sementes germinadas, também houve aumento na germinação das sementes do lote 4. Nascimento et al. (2011) relata que altas temperaturas são favoráveis para aumentar a germinação de espécies da família das cucurbitáceas. Silva, et al. (2015) num experimento com a cultivar *Sweet Crinsom*, observou comportamento semelhante, onde o aumento da temperatura favoreceu maior porcentagem de emergência em campo.

No que diz respeito a massa seca de plântulas (Tabela1), o lote 1 mais uma vez foi considerado com maior qualidade, o lote 3 com vigor intermediário e os lotes 2 e 4 com vigor inferior em relação aos outros. Em trabalho realizado por Pitol et al. (2013) avaliando a germinação de sementes de melancia em diferentes temperaturas, também foi possível obter a estratificação de lotes usando o teste de massa seca de plântulas.

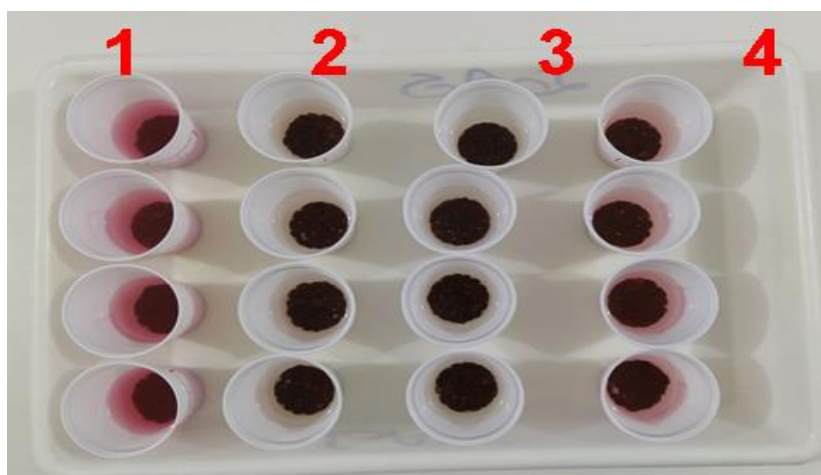
O teste de matéria seca de plântulas se baseia na ideia que sementes com alto vigor serão capazes de gerar plântulas com melhor desenvolvimento e acúmulo de massa, portanto, sendo eficientes na verificação do vigor de lotes de sementes (AMARO et al, 2015). Devido às plantas usadas no teste de massa seca serem provenientes do teste de emergência, este se mostra bastante viável para avaliar a qualidade de sementes, isso porque possui baixo custo, não necessita de treinamento específico, além da técnica oferecer resultados rápidos.

Para o teste de condutividade elétrica (Tabela 1), os lotes 2 e 3 foram considerados os melhores lotes, ao passo que os lotes 1 e 4 tiveram qualidade inferior. O teste de condutividade elétrica tem sido usado com sucesso na avaliação do vigor de sementes nas mais diversas espécies, nesse teste a qualidade das sementes é avaliada de forma indireta através da quantidade de lixiviados presente na solução de embebição das sementes, sendo assim, nas soluções com maior quantidade de lixiviados correspondem à lotes com menor qualidade, isso porque a membrana está com maior níveis de dano e desorganização, e por consequência liberando mais lixiviados (MARCOS FILHO, 2015).

Observou-se que o teste considerou os lotes 1 e 4 com qualidade inferior, todavia, de forma unânime nos demais testes os lotes 1 e 4 sempre foram considerados como de alto vigor. É importante mencionar que as sementes usadas nesse trabalho foram tratadas comercialmente antes de se realizar o teste, podendo esse fator ter influenciando no resultado, uma vez que os lotes 1 e 4 não condiz como de qualidade inferior, analisados nos outros teste de vigor. Trabalhos realizados com sementes de soja (BRZEZINSKI et al., 2015) e milho (VAZQUEZ et al., 2014) após serem tratadas, foram capazes de estratificar os lotes através do teste de condutividade elétrica, onde os resultados dos lotes mais vigorosos coincidiram com os demais testes.

Na Figura 5 observa-se uma diferença na coloração da solução entre as sementes dos lotes, isso pode indicar que não houve homogeneidade no momento do tratamento e podendo esse fato ter influenciado no resultado. Vários fatores podem interferir na leitura e resultado do teste de condutividade elétrica, como: volume da água, qualidade da água, temperatura, umidade inicial das sementes, além disso, o tratamento protetivo usado nas sementes, pois alguns produtos aderidos às sementes podem interferir na leitura do condutímetro (KRZYZANOWSKI, et al., 2020)

Figura 5 - Lotes de sementes de melancia submetido ao teste de condutividade elétrica após tratamento comercial.



Fonte: elaborado pelo autor.

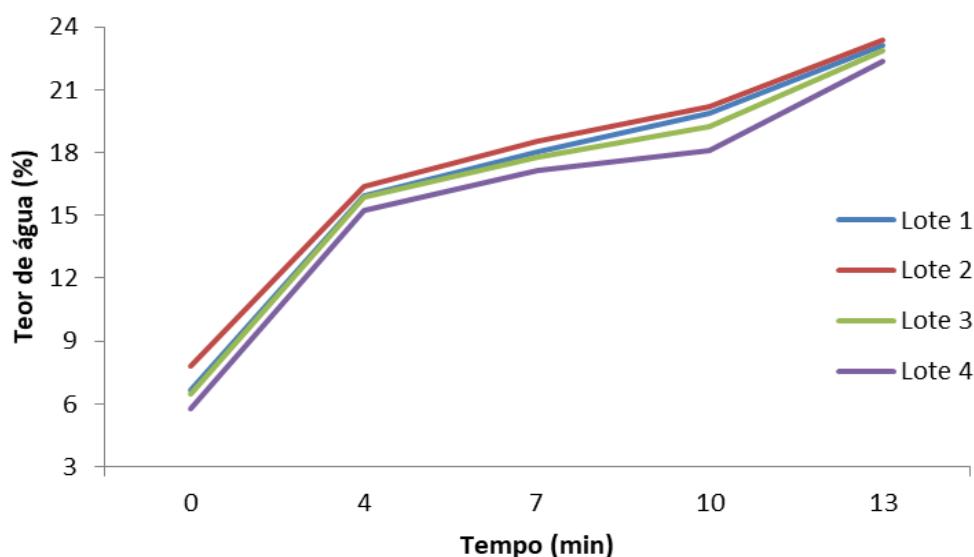
A Figura 6 expressa o tempo necessário para os lotes atingirem o teor de água pré-determinado, pode-se observar que para atingir o teor de água de

18% basicamente todos os lotes levaram em média 7 minutos, já para teor de 24% foi necessário em média 13 minutos, o lote 4 foi o único que teve uma leve diferença dos demais, isso porque era o lote que tinha o menor teor de água (Tabela 1), conseqüentemente esse comportamento já era previsível.

Possivelmente o método do substrato úmido favoreceu esse comportamento da rápida absorção de água pelas sementes, visto que, neste método as sementes ficam em contato direto com a água, todavia, ressalta-se que para o teste de deterioração controlada esse comportamento é favorável, isso porque, torna os procedimentos do teste mais ágil.

A padronização inicial do teor de água no teste de deterioração controlada é extremamente importante, pois é uma etapa decisiva para definir o sucesso do teste, deve ser feita com bastante rigor, uma vez que, esse fator é importante para que durante o teste as sementes não sejam afetadas por diferenças na atividade metabólica, velocidade no processo de embebição e intensidade na deterioração.

Figura 6 - Curva de embebição com o tempo necessário para os lotes de melancia atingir os teores de água pré-determinado (18% e 24%).



Fonte: elaborado pelo autor

Conforme dados na (Tabela 2) o teor de água inicial dos lotes não apresentou grande variação, esse comportamento é favorável, pois essa pequena variação pode indicar que o teor de água não foi capaz de interferir nas respostas dos testes de vigor, uma vez que, a variação está dentro do limite tolerável, que é de até 2% (MARCOS FILHO, 2005).

Além disso, essa similaridade é criticamente importante para o teste de deterioração controlada, isso porque a etapa inicial do teste é a padronização do teor de água, sendo assim, colaborando para que o tempo necessário para atingir o teor de água desejado entre os lotes não seja muito diferente.

Com base na tabela 2 pode-se constatar que o teste de deterioração controlada foi eficiente para manter o teor de água pré-definido, isso garante a eficácia do resultado, oscilando em menos de 2%, portanto, tal diferença possivelmente não foi capaz de influenciar de maneira significativa nos resultados.

O teor de água das sementes é uma característica fundamental para a padronização dos mais diversos métodos que avalia a qualidade das sementes, visto que, favorece a obtenção de resultados uniformes entre laboratórios e dentro de um mesmo laboratório (OLIVEIRA et al., 2016)

Tabela 2 - Teor de água de sementes de melancia após o teste de deterioração controlada

| Lotes | Teor de água | | | | | | | | |
|-------|--------------|------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | Inicial | 18% | | | | 24% | | | |
| | | Temperatura (°C) / Tempo (h) | | | | Temperatura (°C) / Tempo (h) | | | |
| | | 41-48 | 41-72 | 45-48 | 45-72 | 41-48 | 41-72 | 45-48 | 45-72 |
| 1 | 6,7 | 17,8 | 17,0 | 18,4 | 19,4 | 23,9 | 25,3 | 23,4 | 23,5 |
| 2 | 7,8 | 18,3 | 18,9 | 18,6 | 17,6 | 24,6 | 24,6 | 23,7 | 24,4 |
| 3 | 6,5 | 18,7 | 18,3 | 18,4 | 18,4 | 24,0 | 25,6 | 24,6 | 24,1 |
| 4 | 5,8 | 18,3 | 18,1 | 18,3 | 18,3 | 24,5 | 25,3 | 24,0 | 23,5 |

Fonte: elaborado pelo autor

Para o teor de água de 18% na combinação (41°C-48h) o teste de deterioração controlada (Tabela 3) foi capaz de classificar os lotes de sementes em três níveis de vigor, onde o lote 1 foi definido como de maior vigor, os lotes 2 e 4 com vigor intermediária e o lote 3 com vigor inferior aos demais, esse resultado corrobora com o teste de germinação e de emergência de plântulas que também foram capazes de classificar os lotes em três níveis de vigor.

Neste cenário já é possível observar que houve um severo decréscimo na porcentagem de germinação, isso porque, o lote 1 no teste de germinação possuía 98% de germinação e após a exposição à combinação (18%-41°C-

48H) houve uma queda de 10%, porém o mesmo ainda conseguiu se sobressair dos demais.

Para a combinação (18%-41°C-72h), o lote 1 continua sendo classificado com maior vigor juntamente com o lote 2. Percebe-se que essa combinação favoreceu o aumento na porcentagem de germinação do lote 2, o mesmo comportamento foi observado no teste de envelhecimento acelerado, onde o lote 2 teve ganho na porcentagem de germinação após submetido ao teste de envelhecimento acelerado quando comparado ao teste de germinação (Tabela 3).

Isso pode indicar que o lote 2 seja tolerante à altas temperaturas, os lotes 3 e 4 foram classificados como de baixo vigor, nota-se que nessa combinação foi possível dividir o vigor apenas em dois níveis, ou seja, não é tão sensível para classificar os lotes em níveis de vigor.

Já para a combinação (18%-45°C-48h) os lotes 1 e 4 tiveram vigor superior aos demais, apesar do aumento da temperatura para 45°C, essa situação não foi capaz de reduzir a germinação de ambos os lotes, o lote 2 obteve vigor intermediário e o lote 3 classificado com vigor inferior aos demais.

Para a cultura do Coentro um trabalho realizado por Torres et al. (2012) usado a mesma combinação citada difere do encontrado nesse trabalho, pois na cultura do coentro a combinação (18%-45°C-48H) só foi capaz de classificar os lotes de sementes em dois níveis de vigor, ou seja, os lotes de sementes de melancia se mostraram mais sensíveis a essa combinação. Todavia, Alves et al. (2011) encontrou resultado semelhante com a cultivar "cultivada" de rúcula, onde a combinação (18%-45°C-48H) foi capaz de classificar os lotes em três níveis de vigor, porém no trabalho citado essa combinação não gerou redução drásticas na porcentagem de germinação como houve nas sementes de melancia.

Ainda com base na tabela 3 a combinação (18%-45°C-72h) classificou os lotes também em três níveis de vigor, onde mais uma vez o lote 1 teve vigor superior aos demais, os lotes 2 e 4 vigor intermediário e o lote 3 vigor inferior aos demais. Em relação ao lote 3, pode-se observar que o mesmo foi sensível à altas temperaturas, pois em todas as combinações mencionadas até o momento o mesmo obteve vigor inferior aos demais, comportamento semelhante ao observado no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 1).

Tabela 3 - Desdobramento da interação significativa entre os lotes, teores de água e tempo de exposição, em relação à porcentagem de germinação em lotes de sementes de melancia no teste de deterioração controlada.

| Lotes | Teores de água ¹ | | | | | | | | |
|-------|------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|--|
| | 18% ¹ | | | | 24% ¹ | | | | |
| | Temperatura (°C) / Tempo (h) | | | | Temperatura (°C) / Tempo (h) | | | | |
| | 41-48 | 41-72 | 45-48 | 45-72 | 41-48 | 41-72 | 45-48 | 45-72 | |
| 1 | 88 aA | 70 aB | 70aAB | 68aB | 93aA | 76aA | 61abB | 47aC | |
| 2 | 61 bcA | 69 aA | 39bcB | 42bcB | 82abA | 69aA | 38cB | 39aB | |
| 3 | 56 cA | 42bAB | 37cB | 29cB | 71bA | 55bB | 51bcB | 44aB | |
| 4 | 73bA | 52bB | 52aB | 54bB | 73bA | 68abA | 66aA | 37aB | |
| CV(%) | | | | 12,76 | | | | | |

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a umidade de 24% na combinação (41°C-48H/tabela 3) o teste foi capaz de estratificar os lotes em três níveis de vigor onde o lote 1 teve melhor desempenho, o lote 2 com vigor intermediário e demais lotes tiveram vigor inferior. Nota-se que independente dos lotes ocorreu um aumento na germinação das sementes, comportamento possivelmente atribuído ao aumento no teor de água de sementes que possa ter favorecido o processo de germinação.

A combinação (24%-41°C-72h/tabela 3) também classificou os lotes em três níveis de vigor, onde os lotes 1 e 2 tiveram vigor superior, o lote 4 intermediário e o lote 3 com qualidade inferior, já a combinação (24%-45°C-48h) foi possível classificar os lotes em três diferentes níveis de vigor, o lote 4 com qualidade superior, os lotes 1 e 3 com qualidade intermediária e o lote 2 com vigor inferior aos demais.

Nessa situação os dados encontram-se de acordo com os testes preliminares, onde de forma geral o lote 2 encontrava-se com baixo desempenho. Alves et al. (2011) também encontrou os mesmos resultados com o teste de deterioração controlada em sementes de rúcula usando a mesma combinação, os autores conseguiram classificar os lotes de sementes em três níveis de vigor e ainda foi possível constatar que essa combinação também foi responsável por reduzir significativamente a porcentagem de

germinação das sementes. Segundo os autores Lima e Marcos-Filho (2011) o teste de deterioração controlada também foi eficiente para classificar os lotes de pepino em três níveis de vigor usando a mesma combinação (24%-45°C-48h).

Quando as sementes foram expostas a combinação (24%45°C72h) não houve a estratificação dos lotes, portanto, não sendo um protocolo apto para se avaliar o vigor de sementes em melancia pelo teste de deterioração controlada (Tabela 3). Esse fato pode ser atribuído ao excesso de exposição a condições de alta temperatura e alta umidade, conseqüentemente, intensificando os processos de deterioração em todos os lotes.

Altas temperaturas são responsáveis por causar danos nas membranas das sementes, afetando sua permeabilidade, além disso, estimula o aumento da taxa respiratória dos tecidos, provoca mudanças na atividade enzimática e redução do conteúdo de reserva das sementes, esses fatores colaboram diretamente para intensificação da deterioração em sementes (MARINI et al., 2012)

De uma forma geral, observa-se que a temperatura de 45°C associado ao teor de água de 18% e 24% e aos tempos de exposição 48h e 72h foram responsáveis por reduzir de forma expressiva a germinação das sementes (tabela 3), ou seja, indicando que essa temperatura nos tempos e teor de água estudado é capaz de estimular os processos de deterioração nas sementes de melancia, além disso, o lote 1 de forma majoritária se sobressaiu aos demais lotes, independente do cenário, portanto, considerado o lote de maior vigor.

Os resultados encontrados nessa pesquisa evidenciaram que as diferentes combinações na execução do teste de deterioração controlada foram eficientes para deteriorar as sementes, porém as combinações (18%-41°C-48H) e (18%-45°C-48h) foram as mais promissoras permitindo a estratificação significativa entre os lotes, principalmente por apresentar correlações significativas e positiva para as diferentes combinações do teste de deterioração controlada (Tabela 4) e o testes de caracterização inicial dos lotes, onde a combinação (18%-41°C-48h) apresentou forte correlação com o teste de germinação, IVE, envelhecimento acelerado e emergência em campo, já a combinação 18%-45°C-48h apresentou forte correlação com os mesmos testes citados anteriormente, inclusive com a condutividade elétrica. Isso evidencia que as combinações citadas são tão eficientes quanto os testes de

caracterização realizados, logo, nesse trabalho essas combinações foram classificadas como ideais para diferenciar lotes de sementes de melancia pelo teste de deterioração controlada.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação simples (r) entre os resultados obtidos nos testes de deterioração controlada (DC%) e de germinação (G%), primeira contagem (PG%), emergência em campo (EC%), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA%), massa seca de plântulas (MSP g), condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) realizado com as sementes dos quatros lotes de melancia.

| TESTES | Teor de água ¹ | | | | | | | |
|--------|------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | 18% ¹ | | | | 24% ¹ | | | |
| | Temperatura (°C) / Tempo (h) | | | | Temperatura (°C) / Tempo (h) | | | |
| | 41-48 | 41-72 | 45-48 | 45-72 | 41-48 | 41-72 | 45-48 | 45-72 |
| G(%) | 0,95* | 0,26 | 0,96* | 0,89* | 0,53* | 0,64* | 0,85* | 0,39 |
| PC(%) | 0,49 | 0,44 | 0,55 | 0,35 | -0,06 | -0,05 | 0,90 | 0,42 |
| IVE | 0,69* | -0,18 | 0,75* | 0,56 | 0,21 | 0,20 | 0,89* | 0,54 |
| EC(%) | 0,6* | -0,33 | 0,65* | 0,49* | 0,01 | 0,10 | 0,96* | 0,33 |
| EA(%) | 0,83* | 0,56* | 0,77* | 0,91* | 0,50* | 0,87* | 0,59* | -0,20 |
| CE | 0,96 | 0,50 | 0,98* | 0,90* | 0,79 | 0,73 | 0,60 | 0,62* |

*significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t.

Além disso, trabalhar com essas combinações se torna mais interessante porque demandam menos tempos em atividades de laboratórios para preparação do teste, o que aumenta a otimização do mesmo. Leão-Araújo et al. (2017) trabalhando com sementes do Crambe, também definiu que para o teste de deterioração controlada o teor de 18% foi o mais adequado.

5. CONCLUSÃO

O teste de deterioração controlada foi eficiente para a estratificação dos lotes de sementes de melancia quanto ao vigor, para esta finalidade, o teor de água deve ser ajustado para 18%, podendo ser usando a temperatura de 41 ou 45⁰C durante 48 horas.

REFERÊNCIAS

- ATAÍDE, G. M.; FLÔRES, A.V.; BORGES, E.E.L.; RESENDE, R.T. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 7, n. 4, p.635-640. 2012.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. 85 p. (Coleção Plantar, 57) Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11919/2/00081320.pdf>. Acesso em: 15 abril. 2020.
- ARAÚJO, W.F.; BARROS, M.M.; MEDEIROS, R.D.; CHAGAS, E.A.; NEVES, L.T.B.C. Crescimento e produção de melancia submetida a doses de nitrogênio. **Revista Caatinga** v. 24, n. 4, p.80-85. 2011.
- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CANDIDO, A. C. S.; SÁ, M. E. Qualidade fisiológica de sementes de *Eruca sativa* L. pelo teste de deterioração controlada. **Ciência Rural**, v.41, n.12, dez, 2011.
- AMARO, H. T. R.; DAVID, A. M. S. S.; ASSIS, M. O.; RODRIGUES, B. R. A.; CANGUSSÚ, L.V.S.; OLIVEIRA, M.B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3. p. 383-389, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS [AOSA]. **Seed Vigor Testing Handbook**. AOSA: Ithaca, NY, USA. (Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32), 1983.
- BENTO, S. R. S. O.; TORRES, S. B.; BENTO, D. A. V.; MEDEIROS, M. A. Qualidade fisiológica de sementes de melancia (*Citrullus lanatus* Schrad) pelo teste de condutividade elétrica. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 2, 2009. p. 691-698.
- BERNARDES, P. M.; LOPES, J. C.; ZANOTTI, R. F.; MOTTA, L. B.; MENGARDA, L. H. G.; SPADETO, C. Testes de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de repolho. **Nucleus**,v.12,n.1,abr.2015.
- BEWLEY, J. D; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of development, germination and dormancy**, 3rd ed. New York: Springer, 2013, 392p.
- BRZEZINSKI, C.R.; ABATI, J.; ZUCARELI, C.; HENNING, F.A.; HENNING, A.A.; COLOMBO, R.C.; KRZYZANOWSKI, F.C. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA A DETERMINAÇÃO DO VIGOR EM SEMENTES DE SOJA TRATADAS E ARMAZENADAS. In: **VII Congresso brasileiro de soja** (mercosoja), 2015.

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. dos S.; VIDIGAL, D. de S.; NAVEIRA, D. dos S.P. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 28, n. 3, 2006, p.64-71.

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. 395p.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Unesp, 2015.

CARVALHO, R. N. **Cultivo de melancia para a agricultura familiar**. Embrapa, 3.ed, 2016. 175 p

DIAS, R. C. S.; REZENDE, G. M. **Sistema de produção de melancia: Socioeconomia**. 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/socioeconomia.htm>. Acesso: em 08 maio. 2020.

DUARTE, R. R.; BORGES, R. S.; COSTA, G. G. S.; SILVA, E. M.; SANTOS, J. M. Envelhecimento acelerado tradicional e alternativo em sementes de melancia. **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 4, n. 5. Suplemento 1, 2017, p. 119-123.

DELOUCHE, J. C. An accelerated aging technique for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. **Agronomy Abstracts**, Réduit, v. 40, n.1, p. 40, 1965.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Land and Water prospects**. Rome: Land and Water Development Division, 2017.

FERRARI, G. N.; SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; CAMPAGNOL, R.; FURLANETO, F. DE P. B.; MINAMI, K. **A cultura da melancia**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2013. 62 p. (Série Produtor Rural, nº 54).

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 421p.

FILETI, J. F.; HOSOMI, S. T.; CUSTÓDIO, C. C.; MACHADO-NETO, N. B. Teste de deterioração controlada em sementes de quatro espécies de orquídeas para avaliação do comportamento fisiológico. **Colloquium Agrariae**, v. 11, n.2, 2015, p.32-37.

FERREIRA, J. C. B. **Avaliação da Qualidade fisiológica e Ozonização de Sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM**. 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília.

GOMES, I. R. Globalização e novas regiões produtivas no nordeste brasileiro. **Mercator**. v. 9, n. 20, 2010. p. 57-74

GORDIN, C. R.; SCALON, S. P.; MASETTO, T. E. Accelerated aging test in niger seeds. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 3, 2015. p.234-240.

GUNER N; WEHNER T, C. **Overview of Potyvirus resistance in watermelon**. In: EUCARPIA MEETING ON GENETICS AND BREEDING OF CUCURBITACEAE, IX th., 2008, Avignon, France. Proceedings... Avignon: INRA, 2008. p.445.

GOMES, P. **Fruticultura Brasileira**. 13 ed. São Paulo: Nobel, 2012. 446 p.

GONZALES, J. L. S.; PAULA, R. C. D. & VALERI, S. V. (2009) - Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. Fabaceae-Mimosoideae. **Revista Árvore**, vol. 33, n. 4, p. 625-634.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do Envelhecimento Acelerado no Vigor de Sementes de *Anadenanthera colunbrina* (Vellozo) Brenan - Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, 2004. p.85-90.

HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. Ageing vigour tests for mungbean and reach beand seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.3, p.643-653, 1992.

HAMPTON, J. G., TEKRONY, D. N. **Controlled deterioration test**. In: Handbook of vigour tests methods. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p. 70-8.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia eEstatística. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). **Seed Vigour Testing**. International Rules for Seed Testing, Zurich, Switzerland, 2014.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 2020. 601 p.

LEÃO-ARAÚJO, E. F.; SANTOS, J. F.; SILVA, C. B.; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R.D. Controlled deterioration test and use of the Seed Vigor Imaging System (SVIS®) to evaluate the physiological potential of crambe seeds. **Journal of Seed Science**, v.39, n.4, p.393-400, 2017.

LIMA, B. L.; MARCOS-FILHO, J. procedimentos para condução de testes de vigor baseados na tolerância ao estresse térmico em sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 1 p. 045 - 053, 2011.

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

MARINI, P.; MORAES, C. L.; MARINI, N.; MORAES, D. M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012

MARCOS FILHO, J. **Testes de vigor**: importância e utilização In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES. 2. ed, 2015, 660p.
MEDEIROS, M. A. et al Testes de estresse térmico em sementes de melão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 7-13, 2014

MA, WEN-GUANG ; ZHANG, ZHI-HAO ; ZHENG, YUN-YE ; PAN, W.; QIU, T.; GUAN, YA-JING ; JIN, H. Determination of tobacco (*Nicotiana tabacum*) seed vigour using controlled deterioration followed by a conductivity test. **Seed Science and Technology**, v. 48, n. 1, 2020, p. 1-10.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. **Controlled deterioration test**. In: PERRY, D. A. Handbook of vigour test methods. Zurich: International Seed Testing Association, 1981. p.49-56.

MARINKE, L. S.; CATÃO, H. C. R.; MARTINS, G. Z.; CASTILHO, I. M.; CAIXETA, F. Vigor of lentil seeds evaluated by the tests of accelerated aging and controlled deterioration. **Braz. J. of Develop.** v. 5, n. 12, 2019, p. 30846-30858.

MAVI, K., DEMIR, I.; MATTHEWS, S. Controlled deterioration and accelerated ageing tests to predict seedling emergence of watermelon under stressful conditions and seed longevity Seed. **Sci. & Technol.** v. 38, n. 2, 2010. p. 14-25.

MORAIS, C. S. B.; ROSSETTO, C. A. V. Testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado para avaliação do vigor em nabo forrageiro. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 4, p. 703-713, 2013

MOURA, J. E. A.; LIMA JÚNIOR, F. O.; ALVES, D. F. Dinâmica econômica mesorregional do setor agropecuário do estado do Ceará no período 2000-2015. **Revista brasileira de desenvolvimento regional**, v.9 n.1, p. 29-54, 2021.

MUNIZZI, A; BRACCINI.; A. L.; RANGEL, MA. S; SCAPIM; CA; ALBRECHT, L.P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**: v.32, n.1, p.176-185, 2010.

NASCIMENTO, I. R.; SANTOS, L. B.; SANTOS, G. R.; ERASMO, E. A. L. **Taxonomia e sistemática, centro de origem e morfologia da melancia**. In: SANTOS, G.R.; ZAMBOLIM, L. (Ed). Tecnologias para produção sustentável da melancia no Brasil. Gurupi: Universidade Federal do Tocantins, 2011. p. 11-14.

NERY, M. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, L. M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 365-372, jul./set. 2007.

OLIVEIRA, M. M. T.; ALVES, R. E.; DA SILVA, L. R.; DE ARAGÃO, F. A. S. Qualidade de frutos de híbridos de melancia com sementes. **Revista de la Facultad de Agronomía**. v. 118, n. 1, 2019, p. 71-77.

OLIVEIRA, A. S.; NERY, M. C.; RIBEIRO, K. G.; ROCHA, A. S.; CUNHA, P. T.; PIRES, R. M. Methodological adjustments to the vigor tests in *Brachiaria brizantha* Maranducultivar seed. **International Journal of Current Research**, v.8, n.02, p.26466-26470,2016.

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, abr, 2015.

PARIS, H. S.; DAUNAY, M. C.; JANICK, J. Medieval iconography of watermelons in Mediterranean Europe. **Annals of botany**, v. 112, n. 5, 2013, p.867-879.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, 2001, p.525-531.

PAIVA, J. R. G. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho agrônômico de melancia 'Crimson sweet' em função da procedência das sementes. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, Mossoró, 2015.

PERRY, D. A. Report of the vigour committee. **Seed Science and Technology**, v.6, n. 1, 1978, p.159-81.

PITOL, A.; WEBER, L. C.; PEDROSO, C. E. S. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MELANCIA EM DIFERENTES TEMPERATURAS. In: **XXII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**, 2013.

POWELL, A. A. **The controlled deterioration test**. In: VENTER, H.A. Van de. Seed vigour testing seminar. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p. 73-87.

.

POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. *Journal of Seed Technology*, v.10, n. 2, p.81-100, 1986.

POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration a new vigour test for small seeds vegetables. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p.633-640, 1981

PUIATTI, M.; SILVA, D. J. H. **Cultura da melancia**. In: FONTES, P. C. R. Olericultura: teoria e prática. Viçosa-MG: UFV, 2005. p. 384-406.

RADKE, A. K.; SOARES, V. N.; XAVIER, F. M.; EBERHARDT, P. E. R.; MARTINS, A. B. N.; VILLELA, F. A. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Verde**, v.12, n.4, p.634-640, 2017

ROCHA, C. S.; CATÃO, H. C. R. M.; CAIXETA, F.; KAVAN, H. K.; CLAUDINO, T. M.; CAIXETA, D. G. Physiological quality of popcorn seeds assessed by the accelerated aging test. **Journal of Seed Science**, v.40, n.4, 2018, p.428-434.

SHREFLER, J.; BRANDENBERGER, L.; REBEK, E.; DAMICONE, J.; TAYLOR, M. **Watermelon Production**. Disponível em: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-1110/F-6236web.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

SILVA, J. B.; VIEIRA, R. D. Deterioração controlada em sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, 2010, p.69-76.

SILVA JÚNIOR, E. G. da.; MAIA, J. M.; SILVA, A. F. da.; SANTOS, E. E. de S.; RECH, E. G.; ALMEIDA, R. A. Influência de compostos orgânico na germinação e desenvolvimento inicial de melancia. **Revista de Biologia & farmácia e manejo agrícola**, Campina Grande, v.11, n.1, 2015, p.5.

SILVA, A. B. C.; GALVÃO, I. M.; BARBOSA, R. M.; SILVA, C. B.; VIEIRA, R. D. Controlled deterioration test for evaluation of sunn hemp seed vigor. **Journal of Seed Science**, v.37, n.4, 2015, p. 249-253.

SILVA, R. C. B.; LOPES, A. P.; SILVA, K. K. A.; SILVA, T. C. F. S.; ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ANGELOTTI, F. Crescimento inicial de plântulas de melancia submetidas ao aumento da temperatura e concentrações de CO₂. **Magistra**, V. 27, N.1, 2015, p. 33 – 43.

TUNES, L. M. DE; PEDROSO, D. C.; BADINELLI, P. G.; TAVARES, L.C; RUFINO, C.A; BARROS, A.C.S.A; MUNIZ, M.F.B. Envelhecimento Acelerado em Sementes de Azevém com e sem Solução Salina e Saturada. **Ciência Rural**. v.41, n. 1, 2010, p.33-37.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, 2001. p.108-112.

TORRES, S. B.; DANTAS, A. H.; PEREIRA, M. F. S.; BENEDITO, C. P.; SILVA, F. H. A. Deterioração controlada em sementes de coentro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, 2012, p.319-326.

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

TORRES, S. B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. Piracicaba. 2002. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.

VAZQUEZ, G. H.; CARDOSO, R. D.; PERES, A. R. TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES DE MILHO E O TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 3, 2014, p. 773-781.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Teste de condutividade elétrica**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇANETO, J.B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. ABRATES,2020. 601p.

VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 270 p.

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**, v. 33, n.4, p. 732 - 742, 2011.

ZUCARELI, C. et al. Potencial fisiológico de sementes de milho hidratadas pelo método do substrato de papel toalha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 03, p. 122-129, 2008.