



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS
AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



JONAS OLIMPIO DE LIMA SILVA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO PELO USO DO TESTE DE
ENVELHECIMENTO ACELERADO COM SOLUÇÃO SALINA (NaCl) EM
SEMENTES DE AGRIÃO DA TERRA (*Barbarea verna*)**

**RIO LARGO - AL
2020**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO PELO USO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO COM SOLUÇÃO SALINA (NaCl) EM SEMENTES DE AGRIÃO DA TERRA (*Barbarea verna*)

JONAS OLIMPIO DE LIMA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto
Coorientador (a): MSc. Júlia Gabriella da Silva Rocha

RIO LARGO - AL
2020

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

S586a Silva, Jonas Olimpio de Lima

Avaliação do potencial fisiológico pelo uso do teste do envelhecimento acelerado com solução salina (NaCl) em sementes de agrião da terra (Barbarea verna). / Jonas Olimpio de Lima Silva – 2020.
25 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2020.

Orientação: Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto
Coorientação: Me. Júlia Gabriella da Silva Rocha

Inclui bibliografia

1. Análise de sementes. 2. Controle de qualidade. 3. Vigor de sementes. I. Título

CDU: 631.531

JONAS OLIMPIO DE LIMA SILVA

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO PELO USO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO COM SOLUÇÃO SALINA (NaCl) EM SEMENTES DE AGRIÃO DA TERRA (*Barbarea verna*)

Trabalho de Conclusão de Curso submetido a banca examinadora do Campus de Engenharia e Ciências agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL). Data da defesa: 15 de setembro de 2020.

Resultado: Aprovado

Orientador (a)



Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto – UFAL / CECA

1º Avaliador



Profa. MSc. Júlia Gabriella da Silva Rocha – UFAL / CECA

2º Avaliador



Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Júnior – UFAL / CECA

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Célia Maria Pereira de Lima e Genezio Olimpio Silva Filho.

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL), pela concessão de auxílio permanência da Bolsa Pró-Graduando, por meio da Pró-Reitoria Estudantil (PROEST).

À Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil (FEAB), pelas oportunidades de poder participar de Encontros, congressos e palestras.

Ao Grupo Agroecológico Craibeiras (GAC), pelo desenvolvimento nos campos profissionais, acadêmicos e pessoais. Aos seus atuais e ex-membros pelos esforços na realização de atividades de fortalecimento da agroecologia, dentro e fora do estado de Alagoas.

Ao Laboratório de Geologia e Recursos Naturais, na pessoa da prof. Dra. Regla Toujaguez La Rosa Massahud, pelos ensinamentos e oportunidades.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto e a coorientadora MSc. Júlia Gabriella da Silva Rocha, pela transmissão de conhecimentos, dedicação e incentivos na condução dos trabalhos.

Ao Centro de Engenharias e Ciências Agrárias, especialmente ao Laboratório de Propagação de Plantas, pela oportunidade de realização dos trabalhos e disponibilização de equipamentos e espaços.

RESUMO

O agrião da terra (*Barbarea verna*) é uma hortaliça consumida em todas as regiões do Brasil, possui elevado valor nutricional e medicinal, sua propagação ocorre por meio de sementes. Neste sentido, se faz necessário a utilização de sementes com padrão de qualidade elevado. Os testes de vigor, de modo especial, o envelhecimento acelerado, constituem em uma alternativa rápida e fácil para detecção de lotes com qualidade fisiológica inferior ao desejado. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi determinar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl para a avaliação do vigor de sementes de *B. verna*. O teste foi conduzido em duas etapas, tendo avaliado no experimento 1: potencial fisiológico inicial, teste de germinação, juntamente com primeira contagem de plântula, índice de velocidade de germinação e comprimento de plântula. O experimento 2 foi avaliado: envelhecimento acelerado com solução de NaCl a 41°C por 24, 48 e 72h, a 76% de UR. Foram utilizados cinco lotes de sementes, com quatro repetições de 50 unidades, os dados foram submetidos ao teste de Tukey (5%). Houve menor variação no teor de água entre os lotes estudados. O envelhecimento acelerado a 41 °C durante o período de tempo de 24h é o método mais promissor para a avaliação do vigor dessas sementes.

Palavras-chave: vigor, controle de qualidade, análise de sementes.

ABSTRACT

The watercress (*Barbarea verna*) is a vegetable consumed in all regions of Brazil, with great nutritional and medicinal value, the propagation of which is mainly by seeds, therefore, research is necessary in order to ascertain its quality. This is a fundamental characteristic for the production of seedlings with a desirable pattern. Therefore, the objective of the present work was to determine the efficiency of the accelerated aging test with saturated NaCl solution for the evaluation of the vigor of *B. verna* seeds. The test was conducted in two stages, having been evaluated in experiment 1: initial physiological potential, germination test, together with first seedling count, germination speed index and seedling length. Experiment 2 was evaluated: accelerated aging with NaCl solution at 41°C for 24, 48 and 72h, at 76% RH. Five seed lots were used, with four replications of 50 units; the data were subjected to the Tukey test (5%). The use of the saturated solution decreases the water absorption by the seeds of *B. verna*, resulting in less variation in the water content between the studied lots. Accelerated aging at 41 °C over a 24-hour period is the most promising method for assessing the vigor of these seeds

Key words: vigor, quality control, seed analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Germinação (%) após o envelhecimento acelerado de cinco lotes de sementes de <i>B. verna</i>	21
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de plântula (CP), referentes a cinco lotes de *B. verna*. 18

Tabela 2 - Dados médios de teor de água (TA) obtidos após o teste de envelhecimento acelerado com cinco lotes de sementes de *B. verna*20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1	Aspectos gerais da cultura	10
2.2	Potencial fisiológico de sementes.....	11
2.3	Testes de vigor.....	13
2.4	Teste de envelhecimento acelerado (EA)	14
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1	Primeira Etapa: Avaliação do potencial fisiológico inicial	16
3.1.1	Germinação.....	16
3.1.2	Primeira contagem de germinação.....	17
3.1.3	Índice de velocidade de germinação.....	17
3.1.4	Comprimento de plântulas	17
3.2	Segunda etapa- Envelhecimento acelerado	17
3.2.1	Envelhecimento acelerado com solução saturada de sal	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5	CONCLUSÃO.....	21
6	REFERÊNCIAS	22

INTRODUÇÃO

Barbarea verna, também conhecida como agrião da terra, é uma hortaliça do tipo folhosa, rica em vitaminas e sais minerais. Bastante utilizada no Brasil para alimentação e de forma medicinal, pois apresenta diversos benefícios nutricionais e terapêuticos. Existem registros do seu cultivo na Roma antiga e Grécia, o qual indica que a cultura é considerada milenar (SILVA et al., 2014).

Para a produção do agrião, faz-se necessária semeadura em sementeiras e posterior transplante para canteiros ou semeadura direta. Neste sentido, é necessário a utilização de sementes de alto potencial fisiológico para que as mudas se desenvolvam bem e suportem as variações ambientais (SILVA et al., 2014).

De acordo com Tavares et al. (2016), as sementes são um dos principais insumos agrícolas, tendo a indústria voltada para esse segmento um importante papel no setor agrícola mundial. É por meio dela que se introduz a maior parte da tecnologia no campo, responsável por uma parcela significativa da alta produtividade. Sendo assim, sua aquisição deve ser feita por empresas certificadas que venham a garantir a procedência e sua qualidade (física e fisiológica), além de evitar a introdução de pragas e doenças. Sementes de boa qualidade devem apresentar quatro atributos importantes: fisiológico, sanitário, genético e físico, sendo essencial para que se tenha uma boa uniformidade de germinação e do estande de plântulas (SANTOS; BALDONI, 2018).

Para fins comerciais, a qualidade fisiológica das sementes é vista pelo teste de germinação, o qual tem por objetivo determinar o potencial máximo de um lote de sementes para produzir plântulas normais, sendo conduzido em ambiente controlado, em condições favoráveis de temperatura e umidade (MATERA et al., 2017). Segundo Radke et al. (2017), apenas este teste não é suficiente para determinar o potencial fisiológico de um lote de sementes, uma vez que o mesmo pode sub ou superestimar os resultados. Assim sendo, este deve ser complementado com testes de vigor garantindo com isso, mais segurança quanto ao uso ou descarte de um lote de sementes.

A avaliação da qualidade fisiológica, conforme Rossi, Cavariani e França-Neto (2017) por meio de testes de vigor é relevante para relacionar os atributos agronômicos de maior interesse como, taxa de germinação, uniformidade das plantas, emergência e crescimento de plântulas. Dessa forma, Marcos-Filho (2015) recomenda a adoção de pelo menos dois testes de vigor, pois nenhum teste isolado leva em consideração todos os

mecanismos que afetam o desempenho das sementes, que podem ser causados pela desnaturação de proteínas, redução dos materiais de reserva, síntese de proteínas, RNA e mitocôndria, tendo como principal responsável por essas mudanças a perda da integridade e desorganização da membrana plasmática, o objetivo do estudo deve ser levado em consideração na escolha do método mais adequado.

O teste de envelhecimento acelerado, de acordo com Godoy et al., (2012) tem sido muito utilizado, com bons resultados para diversas espécies cultivadas e não cultivadas, tendo sido amplamente estudado e recomendado por ser realizado de forma rápida, prática e com resultados consistentes. Este consiste em expor as sementes a alta temperatura e umidade relativa do ar, tendo como princípio a elevação da taxa de deterioração. Para melhorar a absorção de água pelas sementes, Jianhua e McDonald (1997) desenvolveram uma metodologia alternativa, sendo uma variação do teste padrão de envelhecimento acelerado, utilizando solução saturada de sal, o que causa redução no teor de água ganho pelas sementes. A umidade relativa do ar, com o uso do sal, fica em torno de 76% ao invés de 100% obtido pelo método tradicional, proporcionando uma absorção mais lenta da água pelas sementes, conseqüentemente ocasionando menor deterioração, tornando o teste mais seguro para distinguir lotes com vigor distintos.

Considerando-se o ano de 1816 como aquele a partir do qual o homem passou a, oficialmente, preocupar-se com a qualidade das sementes usadas para o plantio, acredita-se que estudos sobre como a deterioração se instala e progride (ou seja, como a perda de vigor se dá) são pertinentes no sentido de produzirem um conceito mais estruturado e solidificado de vigor de sementes. Costa, Trzeciak e Villela (2008) mencionam haver poucas informações a respeito do potencial fisiológico de brássicas, a exemplo para sementes de agrião da terra, cujas informações na literatura científica sobre o vigor são bastante escassas (DEMIR; KENANOGLU; OZDEN, 2019).

Desta forma, diante da escassez de informações a respeito de testes para avaliar o potencial fisiológico de *B. verna*, objetivou-se com este trabalho estudar uma metodologia eficiente para o teste de envelhecimento acelerado, com solução saturada de sal, para sementes de *B. verna*.

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Aspectos gerais da cultura

Barbarea verna, também conhecida como agrião da terra, é uma hortaliça bastante consumida no Brasil, pertencente à família Brassicaceae, sendo uma planta semiperene e de ciclo curto. Com diversos benefícios nutricionais e terapêuticos, cujos registros de uso vêm desde a Grécia e Roma antiga (SILVA et al., 2014). Além desta espécie, outras duas também são de grande consumo, como o *Naturtium officinale* e o *Lepidium sativum* L. Seu centro de origem é a Europa, sendo encontrada em áreas de baixada úmidas e ilhas (GOMES, 2009).

No Brasil, os estados que se destacam na produção do *B. verna* estão concentrados na região Sul e Sudeste (CAMARGO et al., 2017). De acordo com o levantamento agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, realizado no ano de 2017, os estados com maiores números de unidades produtoras foram, respectivamente, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro. Entretanto, as maiores produções foram constatadas no estado de São Paulo, com 7.352 toneladas, seguido de Minas Gerais com 1.945 toneladas (IBGE, 2017).

Das cidades paulistas, o município de Biritiba Mirim, localizado no alto tietê, se destaca pelo volume produzido e a importância do agrião para a região, tendo sido decretado a capital do agrião do estado de São Paulo (CAMARGO et al., 2017). Foram contabilizadas 34 unidades produtivas e uma produção de 2.560 toneladas no ano de 2017 (IBGE, 2017).

De acordo com Silva et al. (2014) seu cultivo pode ser efetuado por semeadura direta ou por produção de mudas em sementeiras, com posterior transplante para canteiros definitivos. Pode também ser propagado de forma vegetativa, por meio de estaquia do caule, não sendo viável economicamente (COUTO, 2006). A planta de *B. verna* se desenvolve melhor em climas frios e úmidos, com temperaturas mínima de 16 °C e máxima de 25 °C (ARAUJO, 2019), solo com bom teor de argila e rico em matéria orgânica e bem irrigado. Sua colheita ocorre entre 60 e 80 dias após a semeadura, a depender da estação do ano (TOCA DO VERDE, 2019).

Conhecida popularmente pelos nomes de agrião da terra, agrião de santa bárbara, erva de santa bárbara, dentre outros, a depender da localização geográfica. Produz

inflorescência de coloração amarelada, em forma de racimo; frutos deiscentes do tipo síliqua. A altura pode variar de 30 a 40 cm, com ciclo vegetativo bianual. Suas folhas são classificadas em basilares e caulinares, sendo a primeira com até 4 lobos laterais e um lóbulo arredondado na ponta, com presença de pecíolo. As caulinares podem não possuir pecíolo ou estes serem mais curtos e suas folhas podem ser menores (PATRO, 2013).

Por ser uma hortaliça folhosa, suas folhas são as partes de maior interesse na cultura, apresentando sabor apimentado, coloração verde escura, lisas e moles, com caule de sabor amargoso, consistência succulenta, semi cavo e ramificado (TOCA DO VERDE, 2019).

É rica em vitaminas e sais minerais, destacando a vitamina K, que auxilia na coagulação sanguínea e fortalecimento dos ossos (FAO et al., 2017), vitamina C, que atua na resistência a infecções, ajudando na cicatrização da pele, crescimento normal dos ossos e conservação de tecidos corporais. Pró vitamina A, que ausente na dieta pode provocar cegueira noturna e crescimento tardio. Contém ainda iodo, ferro, vitaminas do complexo B, zinco e baixos teores de carboidratos. Seu valor nutritivo varia com a parte da planta consumida, sua ingestão regular proporciona diversos outros benefícios a saúde e nutrição (ALVARENGA; OLIVEIRA, 2013).

As hortaliças pertencentes à família das Brassicaceae, por possuírem sistema radicular pouco profundo, raramente tem seu cultivo bem sucedido em áreas sem irrigação, pois são frágeis e facilmente ressecam, podendo vir a comprometer a produtividade, além de tornarem-se mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças (MAROUELLI et al., 2017).

Outro fator determinante para um bom desenvolvimento de plântulas é a qualidade da luz, pois as sementes apresentam fotoblastismo positivo, ou seja, apresentam maior resposta de germinação quando postas para germinar sob luz branca. Ao passo que, na ausência luz a sua germinação e desenvolvimento das plântulas são bastante reduzidos (SILVA; YAMASHITA; FERREIRA, 2013).

1.2 Potencial fisiológico de sementes

Costa, Trzeciak e Villela (2008) comentaram que um lote de sementes pode ser classificado pela junção dos fatores físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários. Porém, os componentes fisiológicos são tidos como mais importantes para os agricultores.

Marcos-Filho (2017) define potencial fisiológico como sendo a capacidade das sementes originarem plântulas normais, com velocidade de germinação e crescimento em campo ou ambiente controlado, dentro dos padrões estabelecidos. As sementes, após atingirem a maturidade fisiológica, iniciam o processo de deterioração natural, que consiste em alterações no seu metabolismo: redução de reservas, alterações no material genético, aumento da respiração celular e outros, por isso, faz-se necessário avaliá-las.

As alterações no metabolismo podem se manifestar em intensidades diferentes, a depender do grau de deterioração das sementes. No menor grau, podem apresentar uma redução da velocidade de germinação, emergência e crescimento das plantas. Em maior grau, podem ocorrer, perdas no poder germinativo ou maior exigência dos fatores inerentes a germinação como, água, temperatura, oxigênio e luz, também ocorrem formação de plântulas anormais, menor resistência a ação de microrganismo e estresses ambientais (MARCOS-FILHO 2017).

A velocidade em que as sementes se deterioram é variável conforme a espécie e a cultivar, ocorrendo também diferenciação em uma mesma planta. Sendo assim, é possível afirmar que sementes do mesmo lote podem apresentar potencial fisiológico distintos, uma vez que a deterioração não ocorre de forma simultânea em todas as sementes (MARCOS-FILHO, 2017).

Outros fatores que interferem com o potencial fisiológico das sementes são a nutrição da planta mãe, condições climáticas, manejo da cultura, interação de microrganismos e dos insetos com as sementes, injúrias mecânicas causadas na semeadura, colheita e a secagem. Todos esses elementos contribuem consideravelmente com o potencial fisiológico, cujo fatores podem interferir no desempenho das sementes em campo ou em armazenamento (MARCOS-FILHO, 2006).

Existe uma relação entre o ponto de maturidade fisiológica e o potencial fisiológico das sementes. Essa relação é um dos fatores levados em consideração para planejar o momento mais propício para colheita, uma vez que deseja-se sementes com maior qualidade fisiológica. Algumas mudanças podem ser verificadas na parte externa ou interna nos frutos e/ou sementes, como tamanho, peso, coloração, formato e outros (PEREIRA et al, 2014).

As sementes armazenadas sofrem alterações em seu metabolismo mesmo após terem passado pelos processos de colheita e secagem. A depender das condições ambientais a que foram submetidas, esses processos podem se dá de maneira mais acelerada ou lenta. A umidade relativa do ar interfere diretamente no teor de água das

sementes, que por sua vez tem importantes funções nos processos metabólicos. Sabe-se que quanto menor o teor de água das sementes, dentro dos limites de cada espécie, menor será a atividade metabólica e conseqüentemente maior o seu período de armazenamento. Outro fator é a temperatura, que de forma indireta, influencia na quantidade de água das sementes e de forma direta na velocidade dos processos metabólicos, ou seja, ambos os fatores podem alterar a qualidade fisiológica das sementes (MARTIN et al. 2018).

1.3 Testes de vigor

O vigor das sementes pode ser entendido como a soma de todas as suas propriedades, que determinam uma boa germinação, emergência uniforme e formação de plântulas normais em ambientes com condições adversas, como em muitos casos de plantio em campo aberto (OLIVEIRA et al. 2009).

Os testes de vigor têm por objetivo detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de sementes em diferentes lotes, diferenças essas que muitas vezes não são detectadas pelo teste de germinação, devido este ser conduzido dentro de condições consideradas ótimas para a cultura.

Os testes podem ser agrupados em quatro categorias, sendo eles, os testes físicos, o teste de resistência, o teste bioquímico e o teste fisiológico (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO, 2001).

O testes físicos, estão ligados as características físicas da semente como o tamanho, o peso, a coloração, a densidade dentre outras; o teste de resistência, tem como objetivo avaliar a germinação das sementes após terem sido submetidas a ambiente desfavorável, ocasionando estresse em seu sistema metabólico, como temperaturas baixas e/ou altas; já os testes bioquímicos, avaliam o estado metabólico das sementes como a taxa de respiração, a lixiviação de potássio e outros, e por fim, o teste fisiológico que avalia as características específicas que estão diretamente ligadas ao vigor, como o comprimento de plântula, o teste de exaustão dentre outros (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO, 2001).

Essas avaliações têm sido de grande relevância para pesquisadores da área de melhoramento genético, uma vez que os testes de vigor são rápidos, de fácil execução e servem de parâmetro para os cientistas que buscam sempre genótipos de alta qualidade e características favoráveis nas diversas etapas do processo produtivo, desde o

armazenamento, plantio, colheita e secagem (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO, 2001).

De acordo com Rossi, Cavariani e França-Neto (2017) o teste de vigor é de grande relevância por relacionar a qualidade fisiológica das sementes com atributos de interesse agrônômicos, como uniformidade do plantio, porcentagem de germinação, emergência de plântulas, além dos rendimentos de produtividade das culturas.

Os principais testes de vigor, bem como outros que têm sido desenvolvidos e propostos, podem ser agrupados em três categorias a saber, conforme citados por Bento et al., (2010): 1. Testes de crescimento e avaliação de plântulas: classificação do vigor de plântulas, taxa de crescimento de plântulas e velocidade de germinação. 2. Testes de estresse: envelhecimento acelerado e teste de frio e 3. Testes bioquímicos: tetrazólio e condutividade elétrica.

O teste de condutividade elétrica, de acordo com Leal et al., (2012), tem obtido bons resultados para sementes de rúcula, cujo princípio está na integridade física da membrana plasmática, sendo realizado com a aferição dos íons liberados quando as sementes são embebidas em água destilada. Outro teste menos comum e que tem o mesmo princípio é o teste de lixiviação de potássio, que leva em consideração apenas um único elemento lixiviado. Existem grandes evidências de que, dentro de um mesmo laboratório, testes como envelhecimento precoce apresentam alto grau de padronização e reprodutibilidade, tanto em termos de metodologias de execução como de interpretação dos resultados obtidos. Tanto é assim que o teste do envelhecimento precoce tem sido efetivamente usado no laboratório de controle de qualidade de grandes companhias de sementes.

1.4 Teste de envelhecimento acelerado (EA)

O teste de envelhecimento acelerado é bastante usado por obter bons resultados nas avaliações para diversas espécies vegetais, é relativamente simples e de fácil execução em laboratório. Apresenta boa sensibilidade, consistência, praticidade e pode ser realizado em pouco tempo. Este tem como princípio o aumento da deterioração das sementes em curto prazo, levando em consideração os fatores ambientais que mais contribuem para a aceleração do metabolismo das sementes, como a temperatura e a umidade. Seu funcionamento baseia-se na exposição das sementes em um ambiente com alta temperatura e umidade relativa do ar, com posterior germinação em ambiente

controlado. Assim, os lotes de sementes com baixa qualidade fisiológica deterioraram mais rapidamente e apresentam menor taxa de germinação do que aqueles de maior qualidade fisiológica (GODOY et al., 2012).

De acordo com Godoy et al., (2012) os testes de envelhecimento acelerado são classificados em tradicional (EA) e adaptado com solução saturada de sal (EASSS). No teste tradicional, as sementes são colocadas em uma caixa plástica com água destilada, provida de uma tela metálica para não haver contato entre a água e as sementes. Em seguida, são colocadas em câmara de germinação atingindo 100% de umidade relativa do ar. No teste adaptado, utiliza-se uma solução saturada de sal, ao invés de apenas água destilada, proporcionando menor umidade relativa do ar, que se mantém em torno de 76%. A adaptação foi necessária para as culturas que não apresentam bom desempenho com o método tradicional, pois, sementes pequenas, como a maioria das hortaliças, absorvem água de forma muito rápida e desuniforme, acarretando resultados não consistentes. Devido a isto, o teste foi adaptado por Jianhua e McDonald no ano de 1997 (COSTA; TRZECIAK; VILLELA, 2008).

Trabalhos realizados por Tunes et al., (2012) com sementes de brócolis, utilizando o teste de envelhecimento acelerado tradicional com solução não saturada de sal e o adaptado com solução saturada de sal, nos períodos de tempo de 48, 72 e 96 horas a uma temperatura de 42°C, indicaram eficiência para o teste com solução salina em 48h e para o método tradicional, o tempo exigido foi de 96h.

Freitas et al., (2018), estudando os dois métodos de envelhecimento, conduziram experimentos com 5 e 4 lotes de duas cultivares de rúcula (cultivado e folha larga), respectivamente, sendo testado nas temperaturas de 38 e 41°C e com tempo de exposição de 24, 48 e 72 horas. Os autores observaram que para a separação dos lotes da cultivar cultivada, a combinação de 41 °C por 48h com solução saturada e 38 °C por 48h no procedimento tradicional mostraram-se eficientes, entretanto, para a cultivar folha larga o método mais adequado foi o de solução saturada com sal, combinando a temperatura de 41 °C e tempos de 24 ou 48h.

Demir, Kenanoglu e Ozden (2019), trabalhando com 10 lotes de sementes de agrião do seco (*Lepidium sativum* L.), obtiveram resultados positivos quando utilizaram o teste de envelhecimento acelerado tradicional conduzido na temperatura de 45 °C por um período de 24h, tendo como parâmetros os testes de condutividade elétrica e emergência radicular.

Atualmente, o teste é utilizado para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies e incluído em programas de controle de qualidade por empresas produtoras de sementes, pois, em poucos dias, pode-se ter uma ideia do desempenho após a semeadura e/ou durante o armazenamento dos lotes processados, porém há pouca informação a respeito de testes de vigor com sementes de *B. verna*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em duas etapas no Laboratório de Propagação de Plantas do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), localizado no município de Rio Largo/ AL, no período de outubro de 2019 a setembro 2020. Foram utilizados cinco lotes de sementes de agrião da terra (*Barbarea verna*), obtidos por meio da empresa ISLA Sementes Ltda. Durante as análises, os lotes permaneceram acondicionados em sacos aluminizados e armazenados em geladeira a 10 °C.

1.5 Primeira Etapa: Avaliação do potencial fisiológico inicial

Por ocasião dos experimentos, determinou-se o teor de água das sementes seguindo as recomendações prescritas pelas Regras para Análise de Sementes (RAS), utilizando a metodologia da estufa a 105 ± 3 °C durante 24h (BRASIL, 2009). Duas repetições de cada lote com 50 sementes foram pesadas em balanças com precisão de 0,001g, antes dos testes, para avaliação do potencial fisiológico e após cada teste de envelhecimento acelerado.

1.5.1 Germinação

O teste foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, sendo postas em substrato do tipo mata-borrão, umedecido com volume de solução de nitrato de potássio (KNO_3) a 0,2%, equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocado no interior de caixas de plástico transparentes (11 x 11 x 3,5 cm). As caixas foram cobertas com sacos de plástico para prevenir a perda de água e mantidas em câmara de germinação a 30 °C com fotoperíodo regulado para oito horas. A avaliação ocorreu no sétimo dia após

a semeadura e os resultados foram apresentados em percentagem de plântulas normais para cada lote avaliado (BRASIL, 2009).

1.5.2 Primeira contagem de germinação

Foi realizado juntamente com o teste padrão de germinação, constituindo na contagem das plântulas normais formadas até o quarto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

1.5.3 Índice de velocidade de germinação

Foi avaliado a partir da contagem diária do número de plântulas normais obtidas no teste de germinação, de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

1.5.4 Comprimento de plântulas

O teste de comprimento de plântula foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes de cada lote. As sementes foram colocadas em papel germitest autoclavados e umedecidos com solução de KNO_3 (0,2%) para quebra da dormência, sendo o volume da solução utilizada o equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, foram utilizadas três folhas para cada subamostra. Posteriormente foram formados rolos e em seguida envoltos em sacos plásticos transparentes para prevenir a evaporação da água. As sementes foram mantidas em B.O.D. por 7 dias a 30°C e fotoperíodo de 8h. Passado esse período, o comprimento foi determinado com uma régua milimetrada, somando-se as medidas de cada repetição e dividindo pelo número de plântulas. Os resultados foram expressos em cm plântula^{-1} .

1.6 Segunda etapa- Envelhecimento acelerado

1.6.1 Envelhecimento acelerado com solução saturada de sal

Conforme a metodologia adotada por Jianhua e McDonald (1997), as sementes foram acondicionadas em B.O.D em temperaturas de 41°C e três tempos de

exposição, 24h, 48h e 72h, em caixas plásticas transparentes com 40ml de solução saturada (40g de NaCl diluídas em 100mL de água destilada), tendo as sementes sido distribuídas de forma uniforme sobre uma tela de aço inox. Após o período de envelhecimento de cada tratamento, duas subamostras de 50 sementes de cada lote foram colocadas em estufa, como descrito anteriormente, para determinação do teor de água. Para verificar a taxa de germinação, foram separadas quatro subamostras de 50 sementes de cada lote, totalizando 200 sementes, sendo colocadas nas mesmas condições descritas anteriormente, as avaliações foram realizadas no quarto dia após a montagem do teste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a determinação do potencial fisiológico inicial, como teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem (PC) e índice de velocidade de germinação (IVG), e comprimento de plântulas (CP), estão contidos na Tabela 1. Os teores de água dos cinco lotes avaliados não apresentaram variações discrepantes. De acordo com Marcos-Filho (2015) a variação de umidade entre os lotes nos testes iniciais não deve ser maior que 2%, pois sementes mais úmidas são mais sensíveis aos testes de vigor, apresentam atividade metabólica maior e portanto estão sujeitas a apresentar maior deterioração, podendo apresentar inconsistência nos resultados.

Tabela 1. Teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de plântula (CP), referentes a cinco lotes de agrião da terra (*Barbarea verna*).

Lote	TA (%)	G (%)	PC (%)	IVG	CP (cm)
1	7,6	98 a	84 a	12,7 a	3,1 a
2	7,2	93 ab	69 b	11,3 b	2,6 b
3	7,2	94 ab	65 b	10,9 b	1,9 c
4	6,5	88 b	62 b	10,2 b	1,7 d
5	7,4	92 ab	61 b	10,4 b	1,5 e
C.V.(%)	-	4,2	9,0	5,5	1,5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (<0,05).

Pelos dados do teste de germinação, constatou-se diferença estatística apenas entre os lotes 1 e 4, com superioridade para as sementes representadas pelo lote 1. Não houve

diferença estatística entre os lotes 1, 2, 3 e 5. Com exceção do lote 4, todos os lotes apresentaram germinação igual ou superior a 92%. A pouca variação de germinação entre os lotes é um requisito essencial para que os testes de vigor sejam aplicados e detectem as diferenças no potencial fisiológico (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO, 2001).

De acordo com Freitas et al. (2018), devido ao fato do teste ser realizado em condições controladas de laboratório (temperatura e umidade), os lotes de sementes que apresentam, aparentemente, menor potencial fisiológico podem ter seus valores superestimados, não diferindo estatisticamente dos lotes que de fato apresentam maior potencial fisiológico.

No teste de primeira contagem de germinação, realizado no quarto dia após a montagem do experimento, foi possível distinguir os lotes em apenas dois níveis de vigor, sendo o lote 1 o de maior vigor e os lotes 2, 3, 4 e 5 de menor vigor. Este teste, geralmente, expressa resultados semelhantes aos observados no teste de germinação, uma vez que é realizado conjuntamente e em ambientes de condições favoráveis, diferindo apenas na data de avaliação, podendo beneficiar os lotes de menor vigor (FRANZIN et al., 2004). Observou-se que a diferença entre os testes de germinação e primeira contagem é apenas em relação ao lote 4, classificado agora como de menor vigor juntamente com os lotes 2, 3 e 5.

Analisando os dados do índice de velocidade de germinação (IVG) foi possível ranquear os lotes em apenas dois níveis de vigor, sendo o lote 1 de maior vigor e os lotes 2, 3, 4 e 5 os de menor vigor. A diferenciação dos lotes foi idêntica ao teste de primeira contagem de germinação. Essa semelhança de resultados pode ser devido ao fato da primeira contagem de germinação avaliar de forma indireta a velocidade de germinação e que a menor velocidade, como verificada nos lotes de menor vigor pode estar relacionada ao fato de antes de iniciar o desenvolvimento do eixo embrionário, as sementes necessitem restaurar tecidos e organelas danificadas pela deterioração, havendo um retardamento nos demais processos (SENNA; ALVES; MEDEIROS, 2015).

Houve diferença estatística entre todos os cinco lotes avaliados para comprimento de plântula, com superioridade para as sementes oriundas do lote 1, comparada aos demais lotes estudados. Constatou-se que plântulas obtidas do lote 1 apresentaram comprimento duas vezes maior em relação ao comprimento das plântulas do lote de menor tamanho. Tais resultados indicaram maior sensibilidade deste teste no ranqueamento da qualidade fisiológica dos cinco lotes estudados.

De acordo com Silva e Cicero (2014), a avaliação no ranqueamento de lotes utilizando o comprimento de plântulas tem mostrado eficiência para diversas espécies, porém, deve-se tomar bastante cuidado na aplicação, pois alguns parâmetros são considerados essenciais na determinação de atributos fisiológicos de qualidade e que pode gerar dúvidas na avaliação por sua subjetividade, como encurtamento da raiz primária, considerada a principal anormalidade de plântulas.

O teor de água dos cinco lotes de sementes após o teste de envelhecimento acelerado, com solução saturada de NaCl podem ser observados na Tabela 2. Nota-se que os menores teores de água foram obtidos para o período de 24 horas.

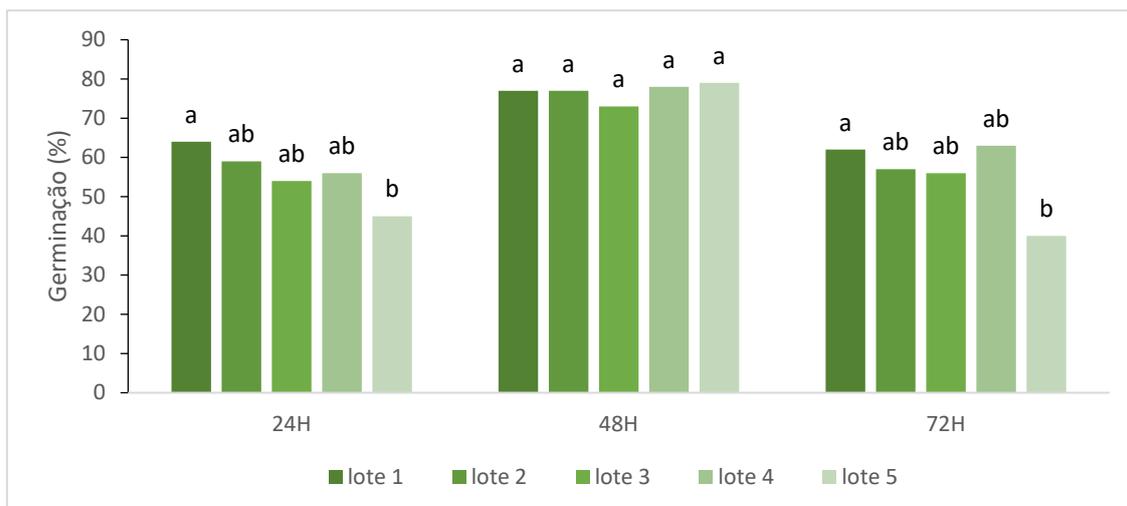
Os cinco lotes avaliados no período de 24 e 48 horas não apresentaram variação no teor de água maior que 2%, estando dentro da margem de segurança para sua avaliação, conforme mencionado por Marcos-Filho (2015) ao mencionar que a diferença do teor de água dos lotes, para testes de vigor, não deve ser maior que 2 pontos percentuais, pois valores maiores podem acarretar resultados inconsistentes, uma vez que sementes mais úmidas são também mais sensíveis e conseqüentemente deterioram-se mais rapidamente.

Tabela 2. Teor de água (TA) obtidos após o teste de envelhecimento acelerado com cinco lotes de sementes de agrião da terra (*Barbarea verna*).

Lote	TA (%)		
	41 °C		
	24h	48h	72h
1	9,7	14,5	11,2
2	8,9	14,9	13,1
3	9,9	15,0	14,2
4	10,0	15,0	13,5
5	9,7	14,3	12,0

Durante os períodos de tempo de 24 e 72h, sementes de *B. verna* do Lote 1 exibiram maior vigor, não diferindo estatisticamente dos Lotes 2, 3 e 4, e sementes do Lote 5 apresentaram menor vigor, sendo possível, a partir do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASSS), a distinção dos lotes em dois níveis de vigor (Figura 1).

Figura 1. Germinação (%) de cinco lotes de sementes de *Barbarea verna* submetidos ao teste de envelhecimento acelerado.



Médias seguidas da mesma letra minúscula em cada período de tempo não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (<0,05).

De acordo com Radke et al., (2017) os testes de vigor devem ser de fácil reprodução e capacidade de serem realizados em tempo relativamente curto. Assim sendo, os lotes avaliados no tempo de 24 h é o mais indicado para avaliar os lotes de agrião da terra.

CONCLUSÃO

O uso de solução saturada de NaCl com a exposição das sementes durante o período de tempo de 24h a temperatura de 41 °C é opção viável para a avaliação do potencial fisiológico.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, D. F. F. de; OLIVEIRA, M. F. de. **Valorize sua alimentação com hortaliças de diferentes cores**: Segurança Alimentar e Nutricional, janeiro 2013. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/590b6119e7ee2.pdf>. Acesso em: 3 out. 2019.
- ARAUJO, A. B. S. **QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO AGRIÃO DA TERRA NOS ESTÁDIOS “MICROGREEN” E “BABY LEAF”**. 2019. Dissertação (Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.
- BENTO, S. R. S. O. et al. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* WILLD.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 111-117, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.
- CAMARGO, F. F. et al. Análise da viabilidade econômica na implantação do agrião em pequena propriedade no alto tietê/sp. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 67-82, 2017.
- COSTA, C. J.; TRZECIAK, M. B.; VILLELA, F. A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas. **XIV Congresso de Iniciação Científica**. Pelotas. 2005.
- COSTA, C. J.; TRZECIAK, M. B.; VILLELA, F. A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado, **Horticultura Brasileira**, V. 26, n. 2, abr./jun., 2008.
- COUTO, M. E. O. **Coleção de plantas medicinais aromáticas e condimentares**. Pelotas, julho 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33576/1/documento-157.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2020.
- DEMIR, I.; KENANOGLU, B. B.; OZDEN, E. Seed vigour tests to estimate seedling emergence in cress (*Lepidium sativum* L.) seed lots. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v. 47, n. 3, 2019.
- FRANZIN, S. M. et al. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 63-69, 2004.
- FREITAS, R. M. O. et al. Accelerated aging arugula seeds. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 4, 2018.
- GODOY, A. R. et al. Teste de envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica de sementes de cenoura. **Visão acadêmica**, Curitiba, v. 13, n. 4, p. 45-54, 2012.
- GOMES, L. O. **Resposta da cultura do agrião à salinidade utilizando um sistema hidropônico do tipo NFT**. 2009. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) –

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017: Resultados Definitivos**, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 27 maio 2020.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.123-131, 1997.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Teste de vigor em sementes de soja. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, v. 11, n. 3, dez., 2001.

LEAL, C. C. P. et al. Validação de testes de vigor para sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Biociência**, Porto alegre, v. 10, n. 3, p. 421-424, jul./set., 2012.

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

MARCOS-FILHO, FILHO, J. M . A cadeia produtiva da soja: Potencial fisiológico determina qualidade de sementes. **Visão Agrícola**. Piracicaba, n. 5, 2006.

MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005.

MARCOS-FILHO, J. M. Conceituação de vigor de sementes em seus múltiplos aspectos. In: **XX Congresso Brasileiro de Sementes**, 2017, Foz de Iguaçu. Tema: Sementes: novos desafios e inovações tecnológicas. Disponível em: http://www.cbsementes.com.br/files/talks/julio_marcos_filho.pdf. Acesso em 10 out 2019.

MARCOS-FILHO, J. M. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agrícola**, v. 72, n. 4, p. 363-374, jul./ago., 2015.

MAROUELLI, W. A.; MELO, RA de C.; BRAGA, M. B. Irrigação no cultivo de brássicas. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2017.

MARTIN, B. C. et al. Potencial fisiológico das sementes de genótipos de milho produzidas em sistema orgânico. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 62-68, 2018.

MATERA, T. C. et al. Comparação do potencial germinativo de sementes de soja tratadas industrialmente, com base nos testes de germinação e emergência. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 10, 2017, Maringá. **Anais...** Campinas, Galoá, 2018.

NETO, J. G. **Concentrações e fontes de silício foliar na produção e na qualidade do agrião e do almeirão**. 2018. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018.

OLIVEIRA, A. C. S. et al. Teste de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **InterSciencePlace**, v. 2, n. 4, 2009.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA – FAO. **Manual de educação alimentar e nutricional através da horta escolar**. São Tomé, 2017.

PATRO, R. Agrião da terra: *Bbarbarea verna*. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/agriao-da-terra-barbarea-verna.html>. Acesso em: 05 out. 2019.

PEREIRA, F. E. C. B. et al. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.

PERES, W. L. R. **Testes de vigor em sementes de milho**. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

PONCE, R. M. et al. Potencial fisiológico de sementes de trigo sarraceno avaliado por diferentes testes de vigor. **Revista de Ciências agrárias**, v. 42, n. 3, p. 676-683, 2019.

RADKE, A. K. et al. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 634-640, 2017.

ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 3, p. 215-222, jun./set., 2017.

SANTOS, D. M.; BALDONI, A. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO. **Revista GeTeC**, v. 7, n. 19, 2018.

Sementes Agrião da Terra Barbarea Verna de folhas Lisas, tenras, de cor verde escura. Folhas com sabor picante, para plantio na terra. Disponível em: <https://www.tocadoverde.com.br/semente-agriao-da-terra-babarea-verna.html>. Acesso em: 10 out. 2019.

SENA, D. V. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. Vigor de sementes de milho cv.'Sertanejo'por testes baseados no desempenho de plântulas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 1910-1916, 2015.

SILVA, M. S. A. et al. Fatores ambientais na germinação de sementes de *Barbarea verna*. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 10, n. 18, 2014.

SILVA, M. S. A.; YAMASHITA, O. M.; FERREIRA, D. A. T. Germinação de sementes de *Barbarea verna* em função da qualidade de luz. In: SEMINÁRIO DE BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS, 1., 2013, Alta Floresta.

SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Utilização de análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, 2014.

STEINER, F. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticales. **Ciência Rural**, Santa Maria, V. 41, n. 2, p. 200-204, fev., 2011.

TAVARES, L. C. et al. Estratégia de marketing na área de sementes. **Arquivo do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 38, 2016.

TUNES, L. M. et al. ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE BRÓCOLIS (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 173-179, mar./abr., 2012.

ZUCARELI, C. et al. Lixiviação de íons potássio, cálcio e magnésio para determinação do vigor em sementes de milho doce. **Artigo em periódico indexado (ALICE)**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 56-60, dez. 2013.