

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor
de sementes de tabaco**

Luis Henrique Konzen

Pelotas, 2018

Luis Henrique Konzen

**Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor
de sementes de tabaco**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientadora: Prof^a Dr^a Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Co-orientadoras: Prof^a Dr^a Gizele Ingrid Gadotti

Dr^a Vanessa Nogueira Soares

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

K82p Konzen, Luis Henrique

Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de tabaco / Luis Henrique Konzen ; Lilian Vanussa Madruga de Tunes, orientadora ; Gizele Ingrid Gadotti, Vanessa Nogueira Soares, coorientadoras. — Pelotas, 2018.

43 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Nicotiana tabacum L.. 2. Qualidade fisiológica. 3. Envelhecimento acelerado. I. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de, orient. II. Gadotti, Gizele Ingrid, coorient. III. Soares, Vanessa Nogueira, coorient. IV. Título.

CDD : 631.521

Luis Henrique Konzen

**Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor
de sementes de tabaco**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 02 de março de 2018.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Lilian Vanussa Madruga de Tunes (Orientadora)
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Dr. Géri Eduardo Mneghello
Doutor em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

Dr^a Elisa Souza Lemes
Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

Prof^a. Dr^a. Gizele Ingrid Gadotti
Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

A Deus pela vida, força, saúde e proteção em todos os momentos desta caminhada.

A toda minha família, principalmente aos meus pais Cleomar Henrique Konzen e Maria Emília H. Konzen, pela educação, incentivo e apoio em todas as etapas de minha vida.

A Professora Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes pela orientação, transmissão de conhecimentos, incentivo, apoio, amizade e confiança.

As coorientadoras Prof^a Dra. Gizele Ingrid Gadotti e Dra. Vanessa Nogueira Soares, pelas contribuições, ajuda, amizade e confiança.

Aos membros da banca examinadora, Professora Doutora Gizele Ingrid Gadotti, Doutor Geri Eduardo Meneghello e a Doutora Elisa Souza Lemes pela disponibilidade e contribuições.

Aos colaboradores das empresas Alliance One Brasil e ProfiGen do Brasil Ltda, em especial ao Claudir Paniz, e ao Nirlei J. Storch, pelas sementes de tabaco concedidas para realização da pesquisa.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela amizade, auxílio na execução dos experimentos e companheirismo. Em especial aos colegas e amigos, Anna Suñé, Bruna Barreto, Carem Saraiva, Daniele Brandstetter, Ewerton Gewehr, Gustavo Zimmer, Jerffeson Araujo Cavalcante, Raimunda Nonata, e William Guareschi, que acompanharam e contribuíram de forma mais intensa.

A Faculdade de Agronomia 'Eliseu Maciel' e a Universidade Federal de Pelotas pela estrutura disponibilizada.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela amizade e ensinamentos transmitidos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

Enfim, Agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram nesta caminhada.

Resumo

KONZEN, Luis Henrique. **Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de tabaco**. 2018. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

O estabelecimento da lavoura de tabaco se dá através do transplante de mudas, e o passo inicial para promover um estande uniforme de plantas e garantir uma boa produtividade da lavoura de tabaco é a utilização de mudas de boa qualidade, para isso, é necessário a utilização de sementes de altíssima qualidade. Neste sentido, os testes de vigor são muito importantes para obtenção de informações adicionais ao teste de germinação e podem auxiliar na tomada de decisão. Assim, objetivou-se com o presente trabalho determinar metodologias do teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor em sementes de tabaco. Para o estudo, foram utilizados dez lotes de sementes de tabaco. Inicialmente determinou-se a qualidade inicial das sementes de tabaco através dos testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas avaliadas aos 7, 14 e 21 dias após semeadura, índice de velocidade de emergência e envelhecimento acelerado com água conduzido conforme proposto pela AOSA. Após a determinação da qualidade inicial das sementes, estudou-se o teste de envelhecimento acelerado nas metodologias: envelhecimento acelerado com água, solução salina saturada (40g de NaCl.100mL⁻¹ de água) e solução salina não saturada (11g de NaCl.100mL⁻¹ de água), submetidas a temperatura de 45 e 41°C, por períodos de exposição de 24, 48 e 72 horas. O ensaio foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, as médias obtidas por lote, em cada avaliação, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de probabilidade de 5% e foi realizada análise de correlação linear. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o teste de envelhecimento acelerado com água conduzido sob temperatura de 45°C combinado com período de exposição de 24 horas mostra-se adequado para avaliação do vigor de sementes de tabaco.

Palavras-chaves: *Nicotiana tabacum* L.; qualidade fisiológica; envelhecimento acelerado.

Abstract

KONZEN, Luis Henrique. **Parameters of the accelerated aging test to determine the vigor of tobacco seeds.** 2018. 43f. Master of Seed and Science Tecnology - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Federal University of Pelotas, Pelotas.

The establishment of tobacco is performed through seedling transplant, and the initial step to promote a uniform plant stand and ensure a good yield of the tobacco crop is the use of good quality seedlings, for this, the use of seeds of the highest quality is necessary. In this sense, vigor tests are very important to obtain additional information to the standard germination test and can assist in decision-making. Thus, the aim of this work was to determine accelerated aging test methodologies for the evaluation of vigor in tobacco seeds. For the study, ten lots of tobacco seeds were used. The initial quality of the tobacco seeds was determined through the germination test, first germination count, germination speed index, emergence of seedlings at 7, 14 and 21 days after sowing, emergence speed index and the accelerated aging with water conducted as proposed by the AOSA. After the determination of the initial quality of the seeds, the accelerated aging test was carry out in the following methods: accelerated aging with water, saturated saline solution (40g NaCl 100mL⁻¹ water) and unsaturated saline solution (11g NaCl 100mL⁻¹ water), submitted to temperature of 45 and 41°C, for periods of exposure of 24, 48 and 72 hours. The assay was conducted in a randomized block designed, the averages obtained per lot at each evaluation were compared by the Scott-Knott test at a 5% probability level and a linear correlation analysis was performed. According to the results, it is concluded that the accelerated aging test with water conducted under a temperature of 45°C combined with a 24 - hour exposure period is adequate for evaluating the vigor of tobacco seeds.

Keywords: *Nicotiana tabacum* L.; physiological quality; accelerated aging.

Lista de Tabelas

Tabela 1	Teor de água inicial (T.A.), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG), de dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.	23
Tabela 2	Emergência avaliada aos 7 dias após semeadura (EM7), emergência avaliada aos 14 dias após semeadura (EM14), emergência avaliada aos 21 dias após semeadura (EM21) e índice de velocidade de emergência (IVE) de dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.	24
Tabela 3	Envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (E.A. – AOSA), e teor de água alcançado posterior ao envelhecimento acelerado proposto pela AOSA (T.A. pós E.A. - AOSA) de dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.	24
Tabela 4	Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de dez lotes de sementes de tabaco: germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas avaliada aos sete dias após semeadura (EM7), emergência de plântulas avaliada aos quatorze dias após semeadura (EM14), emergência de plântulas avaliada aos vinte e um dias após semeadura (EM21), índice de velocidade de emergência (IVE), e envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (E.A. – AOSA). Pelotas-RS, UFPel, 2018.	25
Tabela 5	Teor de água de dez lotes de sementes de tabaco, após três períodos de envelhecimento acelerado, nos métodos com uso de água (EAT), solução salina não saturada (SSNS) e solução salina saturada (SSS), sob temperatura de 41°C. Pelotas-RS, UFPel, 2018.	28

Tabela 6	Envelhecimento acelerado (%) empregando os métodos com uso de água (EAT), com solução salina não saturada (SNSS) e solução salina saturada (SSS) após períodos de exposição de 24, 48 e 72 horas, sob temperatura de 41°C, em dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.	29
Tabela 7	Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de dez lotes de sementes de tabaco: germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas avaliadas aos sete dias após semeadura (EM7), emergência de plântulas avaliadas aos quatorze dias após semeadura (EM14), emergência de plântulas avaliadas aos vinte e um dias após semeadura (EM21), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (E.A.AOSA), com as metodologias de envelhecimento acelerado alternativas conduzidas sob temperatura de 41°C: envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 24 horas (EAT24), envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 48 horas (EAT48), envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 72 horas (EAT72), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 24 horas (SSNS24), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 48 horas (SSNS48), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 72 horas (SSNS72), envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 24 horas (SSS24), envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 48 horas (SSS48), e envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 72 horas (SSS72). Pelotas-RS, UFPel, 2018.	31

Tabela 8	Teor de água de dez lotes de sementes de tabaco, após três períodos de envelhecimento acelerado, nos métodos com água (EAT), solução salina não saturada (SSNS) e solução salina saturada (SSS), sob temperatura de 45°C. Pelotas-RS, UFPel, 2018.	33
Tabela 9	Resultados (%) dos testes de envelhecimento acelerado empregando os métodos com uso de água (EAT), com solução salina não saturada (SNSS) e solução salina saturada (SSS) após períodos de exposição de 24, 48 e 72 horas, sob temperatura de 45°C, em dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.	35
Tabela 10	Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de dez lotes de sementes de tabaco: germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas avaliadas aos sete dias após semeadura (EM7), emergência de plântulas avaliadas aos quatorze dias após semeadura (EM14), emergência de plântulas avaliadas aos vinte e um dias após semeadura (EM21), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (E.A.AOSA), com as metodologias de envelhecimento acelerado alternativas conduzidas sob temperatura de 45°C: envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 24 horas (EAT24), envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 48 horas (EAT48), envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 72 horas (EAT72), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 24 horas (SSNS24), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 48 horas (SSNS48), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 72 horas (SSNS72), envelhecimento acelerado com uso de solução salina	

saturada com período de exposição de 24 horas (SSS24),
envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com
período de exposição de 48 horas (SSS48), e envelhecimento
acelerado com uso de solução salina saturada com período de
exposição de 72 horas (SSS72). Pelotas-RS, UFPel, 2018. 36

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	5
Lista de Tabelas.....	6
Sumário	10
1 Introdução	12
2 Revisão da literatura.....	14
2.1 A cultura do tabaco	14
2.2 Qualidade de sementes	16
3 Material e métodos	19
4 Resultados e discussão.....	23
4.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de tabaco.....	23
4.2 Metodologias de envelhecimento acelerado sob temperatura de 41°C	27
4.3 Metodologias de envelhecimento acelerado sob temperatura de 45°C	33
5 Conclusões.....	39
Referências.....	40

1 Introdução

A cultura do tabaco possui grande importância socioeconômica no Brasil, é uma das atividades agroindustriais mais significativas para a região sul do país, compreendida pelos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, onde a produção está concentrada. O cultivo de tabaco envolve cerca de 150 mil famílias produtoras, estando presente em aproximadamente 566 municípios, com geração de 40 mil empregos diretos nas indústrias (AFUBRA, 2018).

O estabelecimento da lavoura de tabaco se dá através do transplante de mudas, e a utilização de mudas de boa qualidade é essencial para obtenção de estande uniforme de plantas e consequentemente garantir boas produtividades. Para tanto, é necessário à utilização de sementes de altíssima qualidade.

A qualidade da semente por sua vez, é caracterizada pelo somatório de quatro atributos, que são eles: genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Dentre estes a qualidade fisiológica das sementes, representada pela germinação e principalmente pelo vigor é extremamente importante, pois esta característica está diretamente relacionada com o adequado estabelecimento das plântulas à campo.

Ademais, para a comercialização de sementes de tabaco, é obrigatório que estas possuam um valor mínimo de 98% de pureza e 80% de germinação, com exceção para a categoria básica, em que os padrões de germinação devem ser de no mínimo 60%, podendo ser comercializada com até 10 (dez) pontos percentuais abaixo do padrão, desde que efetuada diretamente entre o produtor e o usuário e com o consentimento formal deste (BRASIL, 2013).

Contudo, entende-se que germinação é a emergência e o desenvolvimento das estruturas do embrião, com capacidade de originar uma plântula normal sob condições de ambiente favoráveis, não correspondendo com precisão o desempenho destas no campo. O vigor de sementes por sua vez, compreende as propriedades da semente que determinam o potencial para a emergência e desenvolvimento rápido e uniforme de plântulas normais sob condições adversas de ambiente.

Neste sentido os testes de vigor são muito importantes para o fornecimento de informações adicionais ao teste de germinação, e tornam-se ótimas ferramentas para tomada de decisões. Dentre os testes de vigor disponíveis, o teste de

envelhecimento acelerado é um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de diversas espécies (MARCOS FILHO, 2015). Entretanto, poucos estudos sobre métodos para avaliar o vigor das sementes de tabaco são encontrados na literatura atualmente.

Portanto, considerando a grande importância socioeconômica da cultura e a limitação de informações para avaliação do vigor de sementes de tabaco, essa pesquisa foi realizada com o objetivo de determinar uma metodologia de teste de vigor para sementes de tabaco através do teste de envelhecimento acelerado.

2 Revisão da literatura

2.1 A cultura do tabaco

O gênero *Nicotiana* está dividido em diversas espécies, sendo a *Nicotiana tabacum* L. a principal espécie produzida comercialmente, atingindo cerca de 90% do tabaco produzido no mundo. Trata-se de uma espécie autógama, considerada alotetraplóide com 48 cromossomos ($2n = 48$), originada da hibridação entre *Nicotiana sylvestris* Speg. & Comes e membros da seção *Tomentosae* Goodsp (provavelmente *Nicotiana otophora* Griseb. e/ou *Nicotiana tomentosiformis* Griseb.) ocorrida acidentalmente na Argentina ou sul da Bolívia, local de origem dessas espécies (GOODSPEED et al., 1954).

A espécie *Nicotiana tabacum* L. pode ser agrupada em cinco tipos ou variedades, sendo elas: tabacos escuros, tabacos claros Burley, tabacos claros Virgínia, tabaco Oriental e tabaco curado com fumaça. Originalmente é uma planta perene, porém cultivada como anual, possui folhas alternas de maneira espiralada em um único caule ereto, tem raiz do tipo pivotante, e uma inflorescência terminal do tipo panícula.

As flores são bissexuadas, apresentam em geral coloração rósea, embora algumas variedades possam apresentar flores brancas e vermelho-carmim. Possuem cerca de 5cm de comprimento, são pentâmeras e possuem 5 pétalas unidas entre si, formando uma gamopétala (estrutura que favorece a autofecundação). A fecundação da flor gera um fruto chamado de capulho. A maturação desuniforme dos frutos, em razão da característica de crescimento desuniforme da espécie, resulta de um florescimento heterogêneo entre as plantas e em uma mesma planta. Consequentemente, em uma mesma planta encontram-se flores, frutos em diferentes estádios de maturação e sementes em diferentes estádios de desenvolvimento. Por esse motivo, a colheita dos frutos é realizada manualmente, possibilitando a padronização e homogeneização dos lotes (SILVA, 2014).

A espécie *Nicotiana tabacum* L., popularmente conhecida como tabaco ou fumo, pertence à família Solanaceae e é originária da América do Sul (SOARES, et

al. 2008). Suas folhas após sofrerem um processo de cura, secagem e beneficiamento são utilizadas para fumar, mascar ou aspirar. A produção do tabaco está baseada no sistema integrado de produção, onde as indústrias processadoras fornecem sementes, assistência técnica especializada e garantem a compra do tabaco produzido pelos fumicultores integrados.

Possui grande importância socioeconômica para o Brasil, principalmente para os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, atingindo cerca de 706 mil toneladas na safra 2016/2017 (AFUBRA 2018). A China é a maior produtora mundial, seguida do Brasil, Índia, e Estados Unidos da América. Entretanto, o Brasil é líder em exportações de tabaco devido a qualidade e integridade do produto. Atualmente cerca de 90% da produção é exportada para clientes de todo o mundo com destaque para a União Europeia (42%), Extremo Oriente (27%) e América do Norte (10%) do volume exportado (SINDITABACO, 2018).

O setor envolve cerca de 2,1 milhões de pessoas na cadeia produtiva, gerando emprego e renda. Engloba principalmente pequenas propriedades rurais, que em média possuem 15,2 hectares, onde apenas 16,6% desta área é destinada ao cultivo do tabaco, e este representa 47,9% da renda familiar destes agricultores, demonstrando a grande importância da cultura para a agricultura familiar. Em 2016, o setor registrou um faturamento total de R\$ 29,3 bilhões, onde 47,5% deste valor foi destinado ao pagamento de impostos, que gerou uma contribuição de R\$ 13,9 bilhões aos cofres públicos. Já a indústria faturou 28,2% do total, com um rendimento de aproximadamente R\$ 8,26 bilhões, e cerca de 18% do faturamento total foi destinado aos produtores (AFUBRA, 2018).

As sementes de tabaco são muito pequenas, suas dimensões são de aproximadamente (0,75 x 0,53 x 0,47mm) (AKEHURST, 1981), possuem rafe proeminente ao longo de um dos lados, terminando na projeção do hilo e superfície finamente reticulada e de coloração marrom escura. O endosperma é rico em proteína e gotículas de óleo e envolve o embrião (AVERY JR, 1933). Segundo Brasil (2009) em um grama de sementes de tabaco tem aproximadamente 15.625 sementes.

2.2 Qualidade de sementes

A qualidade da semente é caracterizada pelo somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, sendo que esses irão determinar o desempenho da semente quando semeada ou armazenada (PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012). Dentre os atributos da qualidade de sementes, a qualidade fisiológica, representada pela germinação, dormência e principalmente pelo vigor, é extremamente importante, pois esta característica está diretamente relacionada com o adequado estabelecimento das plântulas e a obtenção de estande uniforme de plantas no campo.

Em tecnologia de sementes entende-se que germinação corresponde a emergência e o desenvolvimento das estruturas do embrião, com capacidade de originar uma plântula normal sob condições de ambiente favoráveis (BRASIL, 2009). Porém, essas informações não refletem com precisão o desempenho destas no campo (CARNEIRO, 2003). O vigor de sementes por sua vez, compreende as propriedades da semente que determinam o potencial para a emergência e desenvolvimento rápido e uniforme de plântulas normais sob condições adversas de ambiente. São consideradas sementes de alto vigor aquelas que são capazes de apresentarem um bom desempenho sob condições adversas de ambiente, e as que apresentarem um fraco desempenho sob essas condições são consideradas sementes de baixo vigor (PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012).

Neste sentido é importante que se tenham testes capazes de identificar diferenças na qualidade fisiológica entre lotes que apresentam potencial germinativo semelhante, tais como testes de vigor, que possibilitam a obtenção de informações adicionais às apresentadas pelo teste de germinação (MARCOS FILHO, 2015). Para a detecção de diferenças de qualidade fisiológica entre lotes com germinação semelhante, bem como para escolha de lotes para semeadura, avaliação do potencial de emergência das plântulas no campo, avaliação do potencial de armazenamento, e comércio de sementes, os testes de vigor se tornam ótimas ferramentas para tomada de decisões quanto a estas questões (PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012).

Desta forma, o desenvolvimento de um teste confiável para a determinação do vigor de um lote de sementes deve seguir uma base teórica consistente, proporcionar resultados reproduzíveis e relacionados à emergência de plântulas em campo. Contudo para o teste ser considerado eficiente, deve possuir as características de: sensibilidade, simplicidade, rapidez, baixo custo, deve ser objetivo, reproduzível e possuir resultados relacionados com a emergência das plântulas em campo (MARCOS FILHO, 2015).

Existem várias maneiras de determinar o vigor de um lote de sementes, dentre os testes disponíveis, o teste de envelhecimento acelerado é considerado um dos mais sensíveis e eficientes para avaliação do vigor de diversas espécies (MARCOS FILHO, 2015). É frequentemente utilizado em programas de controle de qualidade de sementes e por empresas sementeiras de todo mundo. Esse teste foi originalmente, desenvolvido para determinar o potencial de armazenamento das sementes. No entanto, também têm sido realizados trabalhos para verificar sua eficiência na avaliação do potencial de emergência das plântulas em campo (FREITAS; NASCIMENTO, 2006).

Neste teste, as sementes são submetidas a temperaturas e umidades relativas elevadas, por curtos períodos; em seguida, são colocadas nas condições adequadas para germinar. Lotes de sementes de alto vigor devem manter sua viabilidade quando submetidos a essas condições, enquanto os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida (AOSA, 1983). Dessa forma, permite realizar a classificação das sementes através do vigor.

O teste de envelhecimento acelerado, conforme metodologia com uso de água, desenvolvida por McDonald e Phannendranath (1978), vem sendo aprimorado por diversos pesquisadores e é considerado um dos procedimentos para condução do teste mais recomendado atualmente (MARCOS FILHO, 2015).

Considerando a metodologia com uso de água para condução do teste, as diferenças na velocidade e uniformidade de absorção de água pelas sementes, expostas à atmosfera úmida, podem originar variações acentuadas no grau de umidade (JIANHUA; MCDONALD, 1996). Em espécies com sementes pequenas como as de diversas hortaliças, têm se verificado resultados pouco consistentes devido à variação acentuada do grau de umidade nas amostras avaliadas, após o período de envelhecimento (RAMOS et al., 2004). No entanto, alternativas têm sido

propostas para condução do envelhecimento acelerado, como por exemplo, a substituição da água por soluções de sais, saturada ou não, que permitem a redução da velocidade de captação de água e da intensidade de deterioração e a obtenção de efeitos menos drásticos sobre as sementes (JIANHUA; MCDONALD, 1996), sem reduzir a sensibilidade do teste.

3 Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido em dois locais, no Laboratório Didático de Análise de Sementes “Flávio Farias da Rocha” da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel), e em propriedade rural localizada em Venâncio Aires - RS. Foram utilizados 10 lotes de sementes de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).

Inicialmente, a qualidade das sementes foi avaliada a partir dos seguintes testes:

Teor de água (T.A.) – A umidade das sementes foi avaliada através do método de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas. Foram avaliadas duas repetições de 0,2g de sementes de cada lote. Os resultados foram indicados em base úmida e expressos em percentagem.

Germinação (G) – Foi conduzido com 600 sementes, divididas em três repetições estatísticas, com cada repetição contendo quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em caixas de acrílico do tipo “gerbox” sobre duas folhas de papel mata-borrão, previamente umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. O teste foi conduzido sob temperatura alternada de $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo diário de oito horas de luz combinadas com a maior temperatura. As avaliações foram realizadas 16 dias após a semeadura, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Primeira contagem de germinação (PCG) – Foi conduzido juntamente com o teste padrão de germinação, através da contagem das plântulas normais no sétimo dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação (IVG) – Conduzido juntamente com o teste de germinação, obtido de avaliações diárias a partir do dia em que a primeira plântula foi observada, sempre ao mesmo horário até a estabilização da germinação. O índice foi obtido através da fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, onde: IVG= índice de velocidade de germinação; G1,

G_2, \dots, G_n = número de plântulas normais computadas em cada contagem; N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias entre a semeadura e cada uma das avaliações.

Emergência de plântulas (EM) - O teste foi conduzido em bandejas de poliestireno de 200 células preenchidas com substrato de fibra de coco, tipo 47 - AMAFIBRA, divididas em 8 repartições (5 x 5 células cada repartição). Foram utilizadas 600 sementes, divididas em três repetições estatísticas, com cada repetição contendo quatro subamostras de 50 sementes, que foram distribuídas de maneira uniforme sobre cada espaço pré-determinado e identificado em cada bandeja. As bandejas foram mantidas em túnel baixo no sistema floating, sobre lâmina d'água de 10 centímetros. As avaliações foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Índice de velocidade de emergência (IVE) - foi conduzido juntamente com a emergência de plântulas, obtido através de avaliações diárias a partir do dia em que a primeira plântula foi observada, sempre ao mesmo horário até a estabilização da emergência. O índice foi obtido através da fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = (E_1/N_1) + (E_2/N_2) + \dots + (E_n/N_n)$, onde: IVE = índice de velocidade de emergência; E_1, E_2, \dots, E_n = número de plântulas normais computadas em cada contagem; N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias entre a semeadura e cada uma das avaliações.

Envelhecimento acelerado – Para realização do teste, devido as pequenas dimensões das sementes de tabaco, primeiramente foram desenvolvidas telas adaptadas para as sementes da espécie.

O teste foi conduzido em caixas de acrílico do tipo gerbox, contendo no fundo de cada caixa 40mL de água destilada. Para cada lote de sementes, cerca de 0,2 gramas de sementes foram distribuídas em uma camada uniforme sobre uma tela adaptada. Cada gerbox de envelhecimento acomodou quatro telas adaptadas contendo as sementes de cada lote, sobre uma tela metálica suspensa, que posteriormente foi fechada com uma tampa de acrílico. Posteriormente as caixas foram mantidas em incubação sob temperatura de 43°C, por um período de 72 horas, conforme AOSA (2009). Após o período de envelhecimento, 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada lote foram submetidas ao teste de germinação e avaliadas sete dias após a semeadura. As sementes restantes do

teste foram utilizadas para verificação da umidade atingida após o teste, através do método da estufa, conforme descrito anteriormente. Foram realizadas três repetições estatísticas do teste para cada lote avaliado.

3.1 Obtenção de metodologia de envelhecimento acelerado alternativa para sementes de *Nicotiana tabacum* L.

Para obtenção de metodologia alternativa de envelhecimento acelerado foram testadas duas temperaturas (41 e 45°C), combinadas com três períodos de envelhecimento (24, 48 e 72 horas) e três tipos de soluções utilizadas no envelhecimento (envelhecimento acelerado com água, solução salina não saturada e solução salina saturada).

Envelhecimento acelerado com água – O teste foi conduzido conforme citado anteriormente. Foram testadas duas temperaturas (41 e 45 °C, combinadas com três períodos de envelhecimento (24, 48 e 72 horas). Após cada período de envelhecimento sob determinada temperatura, 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada lote foram submetidas ao teste de germinação e avaliadas sete dias após a semeadura. As sementes restantes de cada teste foram utilizadas para verificação da umidade atingida após o teste, obtida através do método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas.

Envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada – O procedimento de realização do teste foi o mesmo do descrito anteriormente (envelhecimento acelerado com água), porém empregou-se 40mL de solução salina não saturada (para cada 100mL de água destilada, adição de 11g de NaCl) em substituição à água destilada. Metodologia descrita por Jianhua; McDonald (1996) e determinado conforme a equação de Van't Hoff descrita por Salisbury; Ross (1992).

Envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada – O procedimento de realização do teste foi o mesmo do descrito anteriormente (envelhecimento acelerado com água), porém empregando 40mL de solução salina saturada (para cada 100mL de água destilada, adição de 40g de NaCl) em substituição à água destilada (JIANHUA; MCDONALD, 1996).

Procedimento experimental: foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições estatísticas. As médias dos resultados dos testes, para cada lote, foram submetidas à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos avaliados pelo teste F, e quando significativo, às médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott à de 5% probabilidade de erro. Os resultados foram submetidos à análise de correlação linear de Pearson, a significância dos coeficientes verificada por meio do teste t de Student, a 5% de probabilidade de erro. Os dados referentes ao grau de umidade não foram analisados, servindo para caracterização inicial dos lotes e monitoramento durante o teste de envelhecimento acelerado. As análises estatísticas foram realizadas com o uso do programa estatístico RStudio versão 3.3.1 (2016).

4 Resultados e discussão

4.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de tabaco

Os resultados referentes à avaliação da qualidade inicial dos lotes de sementes de tabaco podem ser observados nas Tabelas 1, 2 e 3. Conforme a Tabela 1, não houve diferença estatística entre os lotes para o teste de germinação, afirmando que os lotes avaliados possuem viabilidade semelhante. Da mesma forma, observou-se semelhança entre os lotes para o teor de água inicial, em que a média obtida entre os lotes foi de 5,1%, com variação máxima entre os lotes de 1,2 ponto percentual, dentro da amplitude tolerada, que é de até 2%. Este fato é muito importante na execução dos testes, pois se o teor de água inicial entre as amostras de sementes for muito distinto, há variação acentuada na velocidade de umedecimento durante o envelhecimento, e certamente, diferenças na intensidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999). Os baixos teores de água iniciais e a semelhança entre os lotes avaliados permite maior confiabilidade dos resultados obtidos (TUNES, et al., 2011). Coimbra et al., (2009) salientam que o teor de água inicial das sementes é um fator primordial para a padronização dos testes de avaliação de qualidade.

Tabela 1 - Teor de água inicial (T.A.), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG), de dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Lote	T.A. (%)	PCG (%)	G (%)	IVG
L1	5,2	97 a	98	6,16 a
L2	4,9	97 a	97	6,02 a
L3	5,2	97 a	98	6,36 a
L4	5,1	95 b	96	6,03 a
L5	5,2	96 a	98	5,92 a
L6	5,1	96 a	97	6,47 a
L7	5,0	93 b	97	6,18 a
L8	4,4	94 b	97	5,71 b
L9	5,0	97 a	98	5,45 b
L10	5,6	94 b	96	5,34 b
Média	5,1	96	97 ^{ns}	5,96
C.V. (%)	-	1,31	0,98	4,03

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - Não significativo pelo teste F.

Tabela 2 - Emergência avaliada aos 7 dias após semeadura (EM7), emergência avaliada aos 14 dias após semeadura (EM14), emergência avaliada aos 21 dias após semeadura (EM21) e índice de velocidade de emergência (IVE) de dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Lote	EM7 (%)	EM14 (%)	EM21 (%)	IVE
L1	72 a	85	87	6,46 a
L2	69 a	84	87	6,45 a
L3	65 a	78	80	5,98 a
L4	65 a	79	84	5,98 a
L5	54 b	77	83	5,53 b
L6	51 b	75	79	5,32 b
L7	63 a	79	83	5,91 a
L8	63 a	76	78	5,70 b
L9	58 b	78	84	5,68 b
L10	50 b	75	79	5,24 b
Média	61	79 ^{ns}	82 ^{ns}	5,82
C.V. (%)	16,64	10,05	8,29	10,02

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - Não significativo pelo teste F.

Tabela 3 - Envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (E.A. AOSA), e teor de água alcançado posterior ao envelhecimento acelerado proposto pela AOSA (T.A. pós E.A. AOSA) de dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Lote	E.A. AOSA (%)	T.A. pós E.A. AOSA (%)
L1	93 a	18,7
L2	92 a	18,7
L3	86 b	22,0
L4	86 b	20,6
L5	85 b	19,6
L6	83 b	22,2
L7	83 b	22,0
L8	83 b	19,0
L9	81 b	22,5
L10	76 b	20,6
Média	85	22,6
C.V. (%)	4,91	-

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Para a primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação (Tabela 1), assim como para emergência avaliada aos sete dias após semeadura e índice de velocidade de emergência (Tabela 2), e envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (Tabela 3), ambos foram sensíveis na estratificação dos lotes em níveis de vigor.

Conforme resultados apresentados na Tabela 1, a avaliação da primeira contagem de germinação separou os lotes em dois níveis de vigor, sendo os lotes L1, L2, L3, L5, L6 e L9 classificados como lotes de alto vigor e os lotes L4, L7, L8 e

L10 como lotes de vigor inferior. Porém, a separação dos lotes via primeira contagem de germinação ocorreu de forma pouco semelhante às variáveis emergência avaliada aos sete dias e índice de velocidade de emergência (Tabela 2), e envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (Tabela 3), não apresentando correlações significativas com o teste de emergência avaliado aos sete dias e com índice de velocidade de emergência, conforme demonstrado na Tabela 4. O teste de emergência com avaliação aos 14 e 21 dias após semeadura não diferiram estatisticamente entre os lotes, e os resultados podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 4 – Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de dez lotes de sementes de tabaco: germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas avaliada aos sete dias após semeadura (EM7), emergência de plântulas avaliada aos quatorze dias após semeadura (EM14), emergência de plântulas avaliada aos vinte e um dias após semeadura (EM21), índice de velocidade de emergência (IVE), e envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (E.A. AOSA). Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Variáveis	G	PCG	IVG	EM7	EM14	EM21	IVE	E.A. AOSA
G	1,0							
PCG	0,64*	1,00						
IVG	0,23 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,00					
EM7	0,23 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,00				
EM14	0,28 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,85**	1,00			
EM21	0,28 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,66*	0,92**	1,00		
IVE	0,26 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,96**	0,95**	0,81**	1,00	
E.A. AOSA	0,38 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,82**	0,88**	0,74*	0,89**	1,00

**Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; * Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - Não significativo pelo teste t.

A velocidade mais lenta da emergência das plântulas, a partir de sementes de baixo vigor, é atribuída à necessidade, antes do início do crescimento do eixo embrionário inerente ao processo germinativo, da reestruturação de membranas componentes de organelas celulares e tecidos, que foram desestruturadas e/ou danificadas por processos oxidativos, comuns na deterioração, de maneira que o tempo demandado para tanto amplia o período de tempo total para que a emergência ocorra (VILLIERS, 1973), e este fato pode explicar a sensibilidade da emergência avaliada aos sete dias após a semeadura na separação dos lotes em níveis de vigor.

Já para emergência avaliada aos 14 e 21 dias após a semeadura, a tendência é que a emergência se iguale entre os lotes avaliados. Segundo Larsen et al. (1998) a influência do vigor pode existir mesmo quando não há diferenças na

população inicial de plântulas. Os mesmos autores ainda afirmam que sementes menos vigorosas emergem plântulas mais vagarosamente e, embora as diferenças no desenvolvimento inicial possam atenuar-se com o progresso do ciclo das plantas, o crescimento das plantas provenientes de sementes de baixo vigor geralmente continua inferior e tem maior sensibilidade a adversidades do ambiente.

O teste de emergência avaliado aos sete dias após a semeadura possibilitou a separação dos lotes de sementes de tabaco em dois níveis de vigor, sendo os lotes L1, L2, L3, L4, L7 e L8 classificados como lotes de alto vigor, e os lotes L5, L6, L9 e L10 como lotes de vigor inferior. Estudos realizados por Crivellari (2016) demonstraram que a avaliação da emergência em sete dias após a semeadura, para sementes nuas de tabaco, conduzidas em condições controladas, sob temperatura de 25°C foram eficientes para a estratificação dos lotes em níveis de vigor. Da mesma forma, no presente estudo, a emergência conduzida sob túnel baixo no sistema floating, cujo ambiente não possui condições totalmente controladas, a avaliação da emergência aos sete dias após semeadura e o índice de velocidade de emergência foram eficientes na estratificação dos lotes em níveis de vigor, resultados que podem ser observados na Tabela 2.

O índice de velocidade de emergência se mostrou sensível na caracterização inicial da qualidade fisiológica, separando os lotes em dois níveis de vigor, sendo os lotes L1, L2, L3, L4, e L7 classificados como lotes de alto vigor, e os lotes L5, L6, L8, L9, E L10 como lotes de baixo vigor.

Segundo dados obtidos através do teste de envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (Tabela 3), o teste promoveu a separação dos lotes em dois níveis de vigor, sendo os lotes L1 e L2 superiores aos demais. Apresentou também correlações significativas com a emergência aos sete dias após a semeadura ($r= 0.82$) e com índice de velocidade de emergência ($r= 0.89$) conforme ilustrado na Tabela 4. A média do teor de água entre os lotes, obtida posteriormente ao teste de envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (Tabela 3) foi de 22,6% com variação máxima de 3,9 pontos percentuais. Porém, segundo AOSA (2009), o teor de água alcançado posteriormente ao teste de envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA para sementes de tabaco deve alcançar entre 40 e 50%, dependendo do grau de umidade inicial, grau de deterioração e tipo de câmara (B.O.D ou Jaquetada de água).

Através da análise dos dados da Tabela 1, e verificação de correlação com os principais indicadores de vigor, que são a emergência avaliada aos sete dias e o índice de velocidade de emergência, conforme apresentadas na Tabela 4, pôde-se afirmar que a primeira contagem de germinação promove a separação dos lotes em níveis de vigor, porém não separa da forma mais adequada, não apresentando correlações significativas com emergência avaliada aos sete dias e índice de velocidade de emergência. Segundo os pesquisadores Medeiros (2008), Carvalho (2009) e Crivellari (2016) em estudo da qualidade fisiológica de sementes de tabaco, afirmaram da mesma forma que o teste de primeira contagem de germinação não é adequado para avaliação do vigor de sementes de tabaco.

Para o índice de velocidade de germinação, sete lotes apresentaram vigor superior e três lotes vigor inferior (Tabela 1). No entanto, os resultados obtidos não apresentaram correlações significativas com os testes de índice de velocidade de emergência e emergência avaliada aos sete dias, conforme Tabela 4, indicando que o teste não é adequado na avaliação do vigor de sementes de tabaco, quando considerado o teste de emergência como teste padrão.

4.2 Metodologias de envelhecimento acelerado sob temperatura de 41°C

Os resultados médios relativos ao teor de água das sementes após cada período de envelhecimento acelerado empregando a metodologia com uso de água, solução de salina saturada e solução salina não saturadas sob temperatura de 41° C estão apresentados na Tabela 5. Estes dados não foram analisados estatisticamente, servindo apenas para a caracterização dos lotes após o período de envelhecimento acelerado.

Tabela 5 – Teor de água de dez lotes de sementes de tabaco, após três períodos de envelhecimento acelerado, nos métodos com uso de água (EAT), solução salina não saturada (SSNS) e solução salina saturada (SSS), sob temperatura de 41°C. Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Lote	Teor de água (%)								
	EAT			SSNS			SSS		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
L1	18,5	20,6	20,6	11,4	10,7	11,4	5,7	6,6	6,3
L2	19,0	20,7	19,2	11,9	11,5	11,0	5,6	6,4	5,7
L3	17,1	18,1	17,8	9,0	10,6	10,0	4,1	4,0	5,9
L4	15,4	17,1	18,0	9,2	9,4	10,9	5,2	5,3	5,7
L5	18,4	20,5	18,2	10,6	11,6	12,7	6,7	5,9	8,2
L6	17,4	17,2	19,1	9,4	9,1	11,9	4,4	4,8	5,9
L7	17,8	19,0	20,7	9,8	10,6	12,0	4,0	3,6	5,6
L8	18,9	20,5	19,4	11,4	11,3	10,7	6,7	6,0	7,4
L9	19,3	20,8	19,9	10,9	11,5	11,2	5,6	4,8	6,2
L10	18,9	16,3	21,4	10,4	10,0	11,9	4,9	5,5	5,7
Média	18,1	19,1	19,4	10,4	10,6	11,4	5,3	5,3	6,3

Os dados apresentados na Tabela 5, referentes aos teores de água alcançados pelas sementes após ao teste de envelhecimento acelerado sob temperatura de 41°C com o emprego das metodologias com uso de água e solução salina não saturada apresentaram comportamento muito semelhante aos dados da Tabela 8, que correspondem aos teores de água alcançados pelas sementes posterior ao envelhecimento acelerado sob temperatura de 45°C.

O aumento mais expressivo no teor de água alcançado pelas sementes ao final do teste, foi no método com uso de água (EAT). O emprego da solução salina não saturada promoveu aumento entre 5,3 e 6,3% em média no teor de água das sementes, e o uso de solução salina saturada resultou em um pequeno acréscimo no grau de umidade. Nota-se também que o emprego das metodologias com uso de água e solução salina não saturada as sementes obtiveram acréscimos mais acentuados no teor de água até o período de exposição de 24 horas, e aumentos mínimos no grau de umidade para períodos de exposição superiores a 24 horas, e com o emprego de solução salina saturada ocorreu um pequeno aumento do teor de água alcançado pelas sementes no período de exposição de 72 horas.

O aumento diferenciado em relação a cada tipo de solução empregada no teste de envelhecimento acelerado é esperado e se confirmou segundo os dados obtidos e apresentados na Tabela 5, e da mesma forma na Tabela 8, que se refere aos dados do teor de água posterior ao envelhecimento acelerado conduzido sob temperatura de 41 e 45°C, respectivamente. Nas condições de envelhecimento

acelerado com a utilização de 40mL de água destilada ao fundo da caixa, a umidade relativa do ar interna da caixa é de aproximadamente 100% (MARCOS FILHO, 2015). O emprego da solução salina não saturada para condução do teste promove uma condição de umidade relativa do ar no interior da caixa de 94%, diminuindo a velocidade de absorção de água pelas sementes, metodologia descrita por Jianhua e McDonald (1996) e determinado conforme a equação de Van't Hoff descrita por Salisbury e Ross (1992). Já com o uso da solução salina saturada a umidade relativa do ar no interior das caixas plásticas é menor se comparado com as metodologias anteriormente citadas, cerca de 76%, determinando que a hidratação das sementes ocorra em uma velocidade ainda menor e que as variações entre amostras sejam menores (JIANHUA; McDONALD, 1996).

Os resultados dos testes de envelhecimento acelerado conduzidos sob temperatura de 41°C (Tabela 6), demonstram que o emprego da metodologia de envelhecimento acelerado com uso de água (EAT) com períodos de exposição de 24, 48 e 72 horas, bem como da solução salina não saturada com exposição por período de 24 horas e o emprego de solução salina saturada com período 48 horas de exposição promoveram ranqueamento dos lotes em níveis de vigor. As demais metodologias conduzidas sob temperatura de 41°C não diferiram estatisticamente entre si para os lotes em estudo.

Tabela 6 – Envelhecimento acelerado (%) empregando os métodos com uso de água (EAT), com solução salina não saturada (SNSS) e solução salina saturada (SSS) após períodos de exposição de 24, 48 e 72 horas, sob temperatura de 41°C, em dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Lote	EAT (%)			SSNS (%)			SSS (%)		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
L1	97 a	96 a	93 a	96 a	96	94	95	97 a	95
L2	95 a	96 a	97 a	96 a	95	95	94	95 a	95
L3	96 a	94 a	95 a	95 a	94	94	96	94 b	93
L4	94 a	93 a	95 a	94 a	93	94	95	96 a	94
L5	93 a	93 a	92 a	93 b	93	90	95	95 a	94
L6	94 a	94 a	95 a	96 a	96	93	95	96 a	96
L7	93 a	92 a	94 a	92 b	90	88	93	93 b	92
L8	90 b	87 b	87 b	92 b	93	88	93	92 b	91
L9	92 a	92 a	93 a	92 b	95	88	94	93 b	93
L10	86 c	88 b	82 c	89 c	92	90	92	92 b	94
Média	93	93	92	94	94 ^{ns}	92 ^{ns}	94 ^{ns}	94	94 ^{ns}
C.V. (%)	2,32	3,07	2,14	1,74	2,36	3,72	1,63	1,93	1,65

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - Não significativo pelo teste F.

Deuner et al. (2017) ao analisar uma metodologia mais adequada do teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de quatro lotes de sorgo sacarino verificando sua relação com a emergência a campo, observaram que os testes de 24 horas de exposição a 41°C no envelhecimento acelerado com solução salina saturada e de 48 horas no envelhecimento acelerado com uso de água se mostraram adequados para avaliar o vigor de sementes de sorgo sacarino, corroborando com os resultados deste trabalho. Os mesmos autores ainda relatam que o almejado em um teste de vigor, além de informações confiáveis, é que o mesmo aponte diferenças entre os lotes e que ele seja rápido.

Conforme dados apresentados na Tabela 6, os resultados obtidos através do envelhecimento acelerado com uso de água (EAT) para os períodos de exposição de 24 e 72 horas demonstram que os lotes foram estratificados de forma semelhante, separando os mesmos em três níveis de vigor, sendo os lotes L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L9 como lotes de alto vigor, o lote L8 com vigor médio e o lote L10 com baixo vigor. Porém, o envelhecimento acelerado com uso de água (EAT) com período de exposição de 24 horas obteve correlações significativas com o índice de velocidade de emergência ($r=0,72$), emergência avaliada aos sete dias ($r=0,66$), índice de velocidade de germinação ($r=0,79$) e com o teste de envelhecimento acelerado proposto pela AOSA ($r= 0,85$) conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de dez lotes de sementes de tabaco: germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas avaliadas aos sete dias após semeadura (EM7), emergência de plântulas avaliadas aos quatorze dias após semeadura (EM14), emergência de plântulas avaliadas aos vinte e um dias após semeadura (EM21), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (E.A.AOSA), com as metodologias de envelhecimento acelerado alternativas conduzidas sob temperatura de 41°C: envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 24 horas (EAT24), envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 48 horas (EAT48), envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 72 horas (EAT72), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 24 horas (SSNS24), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 48 horas (SSNS48), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 72 horas (SSNS72), envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 24 horas (SSS24), envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 48 horas (SSS48), e envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 72 horas (SSS72). Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Variáveis	G	PCG	IVG	EM7	EM14	EM21	IVE	E.A. AOSA	EAT24	EAT48	EAT72	SSNS24	SSNS48	SSNS72	SSS24	SSS48	SSS72
G	1,0																
PCG	0,64*	1,00															
IVG	0,23 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,00														
EM7	0,23 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,00													
EM14	0,28 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,85**	1,00												
EM21	0,28 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,66*	0,92**	1,00											
IVE	0,26 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,96**	0,95**	0,81**	1,00										
E.A. AOSA	0,38 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,82**	0,88**	0,74*	0,89**	1,00									
EAT24	0,53 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,79**	0,66*	0,66*	0,60 ^{ns}	0,72*	0,85**	1,00								
EAT48	0,42 ^{ns}	0,72*	0,66*	0,47 ^{ns}	0,70*	0,74*	0,64*	0,79**	0,89**	1,00							
EAT72	0,36 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,72*	0,48 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,67*	0,88**	0,85**	1,00						
SSNS24	0,36 ^{ns}	0,67*	0,80**	0,52 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,84**	0,91**	0,86**	0,81**	1,00					
SSNS48	0,42 ^{ns}	0,85**	0,25 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,70*	1,00				
SSNS72	0,04 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,68*	0,65*	0,74*	0,53 ^{ns}	0,78**	0,56 ^{ns}	1,00			
SSS24	0,53 ^{ns}	0,71*	0,69*	0,29 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,83**	0,73*	0,71*	0,78**	0,56 ^{ns}	0,64*	1,00		
SSS48	0,19 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,65*	0,34 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,73*	0,78**	0,83**	0,64*	0,83**	0,60 ^{ns}	0,76*	0,74*	1,00	
SSS72	0,04 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,66*	0,33 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,63*	0,70*	0,40 ^{ns}	0,75*	1,00

**Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; * Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - Não significativo pelo teste t.

Já para o período de exposição de 48 horas para o método de envelhecimento acelerado com uso de água, os lotes foram ranqueados em dois níveis de vigor, sendo os lotes L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L9 como lotes de vigor superior e os lotes L8 e L10 como lotes de vigor inferior, e conforme ilustrado na Tabela 7, obteve correlações significativas com primeira contagem de germinação ($r=0,72$), índice de velocidade de germinação ($r=0,66$), índice de velocidade de emergência ($r=0,64$) e teste de envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA ($r=0,79$).

O teste de envelhecimento acelerado empregando solução salina não saturada para o período de exposição de 24 horas apresentado na Tabela 6, estratificou os lotes em três níveis de vigor, classificando os lotes L1, L2, L3, L4 e L6 como lotes de alto vigor, os lotes L5, L7, L8 e L9 com vigor médio e o lote L10 com baixo vigor, e obteve correlações significativas (Tabela 7) com primeira contagem de germinação ($r=0,67$), índice de velocidade de germinação ($r=0,80$) e envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA ($r=0,84$). Já empregando solução salina saturada por período de exposição de 48 horas os lotes foram divididos em dois níveis de vigor, agrupando os lotes L1, L2, L4, L5 e L6 como lotes de alto vigor e os lotes L3, L7, L8, L9 e L10 como lotes de vigor inferior, e apresentou correlação significativa com índice de velocidade de germinação ($r=0,65$) e envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA ($r=0,73$).

Entretanto, analisando os dados da Tabela 6, combinando com as correlações demonstradas na Tabela 7, o teste de envelhecimento acelerado que demonstrou resultados mais semelhantes com os testes de vigor da caracterização da qualidade inicial dos lotes é o teste de envelhecimento acelerado com água sob temperatura de 41°C por período de exposição de 24 horas. Contudo, apresentou correlações significativas com os testes de emergência de plântulas avaliada aos sete dias após semeadura ($r=0,66$) e índice de velocidade de emergência ($r=0,72$) inferiores aos apresentados pela metodologia de envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA, que apresenta correlações significativas com emergência avaliada aos sete dias ($r=0,82$) e índice de velocidade de emergência ($r=0,89$).

Estudando o desempenho de sementes de tabaco através do teste de envelhecimento acelerado com uso de água sob temperatura de 41°C, Crivellari, (2016) conclui que o envelhecimento artificial a 41°C, por 72 horas, são eficientes na

discriminação de lotes de sementes de tabaco em diferentes níveis de vigor para as cultivares CSC 447 e BAT 210. Já Carvalho (2009), conclui que as condições mais adequadas para o teste de envelhecimento acelerado para sementes de tabaco são 41°C por 12 horas de exposição com avaliação aos sete dias após semeadura, utilizando o método com uso de água para sementes nuas, a partir de cinco lotes de sementes de tabaco da cultivar CSC 439.

4.3 Metodologias de envelhecimento acelerado sob temperatura de 45°C

Os resultados médios relativos ao teor de água das sementes após o cada período de envelhecimento acelerado empregando a metodologia de envelhecimento acelerado com uso de água (EAT), solução de salina saturada e solução salina não saturadas sob temperatura de 45°C estão apresentados na Tabela 8. Estes dados não foram analisados estatisticamente, servindo apenas para a caracterização dos lotes após o período de envelhecimento acelerado.

Tabela 8 – Teor de água de dez lotes de sementes de tabaco, após três períodos de envelhecimento acelerado, nos métodos com água (EAT), solução salina não saturada (SSNS) e solução salina saturada (SSS), sob temperatura de 45°C. Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Lote	Teor de água (%)								
	EAT			SSNS			SSS		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
L1	17,8	20,0	17,7	11,5	10,9	11,7	6,1	6,6	6,9
L2	17,9	20,2	18,8	11,7	11,6	12,9	6,3	6,2	7,4
L3	18,9	19,6	17,6	9,8	10,8	11,3	6,9	6,4	6,1
L4	19,4	19,7	18,7	9,7	10,9	10,5	4,8	5,8	6,8
L5	18,7	18,2	18,1	10,8	10,6	12,5	7,3	6,4	8,0
L6	18,3	19,5	19,2	10,4	9,6	10,6	6,6	6,8	6,4
L7	19,2	19,8	18,7	9,5	10,2	10,6	4,5	6,9	6,4
L8	18,1	18,5	19,4	11,7	10,8	12,2	6,9	5,5	6,9
L9	21,6	18,1	19,2	11,9	11,0	11,7	6,4	5,3	8,2
L10	21,6	22,1	19,6	11,6	12,3	11,8	6,0	7,4	6,9
Média	19,2	19,6	18,7	10,8	10,9	11,6	6,2	6,3	7,0

As sementes de tabaco submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com o emprego das metodologias com uso de água (EAT), solução salina não saturada e solução salina saturada apresentaram acréscimos no grau de umidade após os períodos de exposição de 24, 48 e 72 horas sob temperatura de 45°C

(Tabela 8), com aumento mais expressivo no método EAT. O emprego da solução salina não saturada promoveu aumento de 5,7 a 6,5% em média no teor de água das sementes, e o uso de solução salina saturada resultou em um pequeno acréscimo no grau de umidade. Notou-se também que em ambas metodologias as sementes obtiveram acréscimos mais acentuados no teor de água até o período de exposição de 24 horas, e aumentos mínimos no grau de umidade para períodos de exposição superiores a 24 horas.

Ainda na Tabela 8, observou-se maior uniformidade nos teores de água entre os lotes de sementes submetidas aos métodos de envelhecimento acelerado empregando solução salina saturada e salina não saturada sob os diferentes períodos de exposição. Dependendo da solução utilizada podem ser obtidas umidades relativas inferiores às verificadas no envelhecimento com uso de água, fazendo com que a absorção de água pelas sementes ocorra em menor intensidade e de forma mais lenta e uniforme, culminando numa menor intensidade de deterioração e menor variação entre os resultados (JIANHUA; McDONALD, 1997).

Conforme Tunes et al. (2012), a utilização de solução não saturada e saturada de NaCl diminuem a absorção de água e a taxa de deterioração das sementes de arroz durante o teste de envelhecimento acelerado. Resultados semelhantes foram relatados por Lemes et al. (2015), onde a utilização de soluções salinas na câmara de envelhecimento possibilita menor absorção de água pelas sementes de grama-bermuda durante o teste de envelhecimento acelerado em comparação ao método com utilização de água. Da mesma forma Deuner et al. (2017) observaram que no envelhecimento acelerado com solução saturada de sal em sementes de sorgo sacarino, o incremento do teor de água foi gradual, permitindo resultados mais uniformes.

Os resultados dos testes de envelhecimento acelerado conduzidos sob temperatura de 45°C (Tabela 9), demonstram que o emprego da metodologia com utilização de água (EAT) com período de exposição de 24 horas, o emprego de solução salina não saturada com exposição por período de 48 horas, bem como a utilização de solução salina saturada nos períodos de 24 e 48 horas de exposição promoveram ranqueamento dos lotes em dois níveis de vigor. As demais metodologias testadas sob temperatura de 45°C não diferiram estatisticamente entre os lotes.

Tabela 9 – Resultados (%) dos testes de envelhecimento acelerado empregando os métodos com uso de água (EAT), com solução salina não saturada (SNSS) e solução salina saturada (SSS) após períodos de exposição de 24, 48 e 72 horas, sob temperatura de 45°C, em dez lotes de sementes de tabaco. Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Lote	EAT (%)			SSNS (%)			SSS (%)		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
L1	96 a	91	89	94	93 a	92	95 a	95 a	96
L2	93 a	90	86	95	92 a	94	95 a	96 a	95
L3	94 a	92	88	93	94 a	89	97 a	95 a	95
L4	92 a	92	87	91	91 a	92	94 a	95 a	93
L5	86 b	86	78	89	88 b	88	94 a	91 b	93
L6	90 b	85	82	93	93 a	82	96 a	96 a	96
L7	89 b	86	83	88	92 a	80	92 b	91 b	92
L8	87 b	87	82	90	91 a	87	93 b	93 b	91
L9	88 b	87	81	90	86 b	87	92 b	94 a	91
L10	84 b	89	80	90	90 a	85	92 b	94 a	91
Média	90	88 ^{ns}	83 ^{ns}	91 ^{ns}	91	87 ^{ns}	94	94	93 ^{ns}
C.V. (%)	3,17	2,96	6,06	3,18	1,96	6,8	1,79	1,63	2,67

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - Não significativo pelo teste F.

O teste de envelhecimento acelerado com emprego da metodologia com uso de água (EAT), combinado com período de exposição de 24 horas promoveu ranqueamento dos lotes de forma semelhante aos testes de vigor empregados na caracterização da qualidade inicial dos lotes, discriminando os lotes em dois níveis de vigor, sendo os lotes L1, L2, L3, L4 classificados como lotes de alto vigor, e os lotes L5, L6, L7, L8, L9 E L10 como lotes de vigor inferior, onde constatou-se correlações significativas (Tabela 10), com as variáveis índice de velocidade de emergência ($r=0,83$), emergência de plântulas avaliada aos sete dias após semeadura ($r= 0,80$), índice de velocidade de germinação ($r=0,68$) e envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA ($r=0,85$).

Tabela 10 – Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de dez lotes de sementes de tabaco: germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas avaliadas aos sete dias após semeadura (EM7), emergência de plântulas avaliadas aos quatorze dias após semeadura (EM14), emergência de plântulas avaliadas aos vinte e um dias após semeadura (EM21), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA (E.A.AOSA), com as metodologias de envelhecimento acelerado alternativas conduzidas sob temperatura de 45°C: envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 24 horas (EAT24), envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 48 horas (EAT48), envelhecimento acelerado com água e período de exposição de 72 horas (EAT72), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 24 horas (SSNS24), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 48 horas (SSNS48), envelhecimento acelerado com uso de solução salina não saturada com período de exposição de 72 horas (SSNS72), envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 24 horas (SSS24), envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 48 horas (SSS48), e envelhecimento acelerado com uso de solução salina saturada com período de exposição de 72 horas (SSS72). Pelotas-RS, UFPel, 2018.

Variáveis	G	PCG	IVG	EM7	EM14	EM21	IVE	E.A. AOSA	EAT24	EAT48	EAT72	SSNS24	SSNS48	SSNS72	SSS24	SSS48	SSS72
G	1,00																
PCG	0,64*	1,00															
IVG	0,23 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,00														
EM7	0,23 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,00													
EM14	0,28 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,85**	1,00												
EM21	0,28 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,66*	0,92**	1,00											
IVE	0,26 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,96**	0,95**	0,81**	1,00										
E.A. AOSA	0,38 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,82**	0,88**	0,74*	0,89**	1,00									
EAT24	0,30 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,68*	0,80**	0,76*	0,59 ^{ns}	0,83**	0,85**	1,00								
EAT48	0,11 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,64*	1,00							
EAT72	0,07 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,84**	0,70*	0,47 ^{ns}	0,81**	0,71*	0,94**	0,80**	1,00						
SSNS24	0,15 ^{ns}	0,71*	0,45 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,69*	0,76*	0,52 ^{ns}	0,68*	1,00					
SSNS48	0,12 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,76*	0,43 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,64*	0,38 ^{ns}	0,69*	0,57 ^{ns}	1,00				
SSNS72	0,12 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,63*	0,66*	0,57 ^{ns}	0,68*	0,70*	0,55 ^{ns}	0,75*	0,56 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,00			
SSS24	0,32 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,78**	0,28 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,69*	0,38 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,76*	0,67*	0,37 ^{ns}	1,00		
SSS48	0,15 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,87**	0,42 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,00	
SSS72	0,30 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,82**	0,35 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,72*	0,78**	0,30 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,82**	0,68*	0,33 ^{ns}	0,89**	0,59 ^{ns}	1,00

**Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; * Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - Não significativo pelo teste t.

Para as metodologias com emprego de solução salina não saturada por período de 48 horas, e solução salina saturada por período de exposição de 24 horas foi obtido resultados semelhantes com a variável IVG, com correlações significativas de $r=0,76$ e $r=0,78$ respectivamente. Já o envelhecimento acelerado com o uso de solução salina saturada por período de exposição de 48 horas não obteve correlação significativa com os testes de vigor aplicados na caracterização da qualidade inicial dos lotes.

Segundo os dados obtidos na Tabela 9, combinados com a análise de correlação demonstrado na Tabela 10, a metodologia que obteve os resultados mais semelhantes com as variáveis testadas na caracterização da qualidade inicial dos lotes foi o envelhecimento acelerado com água conduzido sob temperatura de 45°C combinado com período de exposição de 24 horas, destacando a obtenção dos resultados em um menor período de tempo, com resultados semelhantes aos obtidos através do índice de velocidade de emergência, o teste de emergência avaliada aos sete dias, e ao teste de envelhecimento acelerado com água proposto pela AOSA que emprega a exposição das sementes por período de 72 horas sob temperatura de 43°C . Tunes et al. (2012) salienta que é desejável a obtenção do resultado do teste de vigor no menor tempo possível, pois possibilita a economia de energia elétrica pelo equipamento utilizado, além de fornecer resultados em menor período de tempo.

Guissem et al. (2001) também observaram correlação significativa e positiva entre o teste de envelhecimento acelerado e a emergência das plântulas no campo em sementes de milho doce BR 400. No entanto, Bertolin et al. (2011) avaliando sementes de feijão e não encontraram correlação significativa entre o envelhecimento acelerado e a emergência de plantas.

A utilização de solução salina não saturada no envelhecimento acelerado por período de exposição de 48 horas sob temperatura de 45°C apresentou resultados significativos na comparação entre os lotes, separando em dois níveis de vigor, sendo os lotes L1, L2, L3, L4, L6, L7, L8 e L10 como lotes de alto vigor e os lotes L5 e L9 como lotes de baixo vigor. Porém não apresentou correlações significativas com emergência avaliada aos sete dias após semeadura e índice de velocidade de emergência, entretanto apresentou correlação significativa de ($r= 0,76$) com o índice de velocidade de germinação.

Já a utilização de solução salina saturada na condução do teste de envelhecimento acelerado promoveu a separação dos lotes em níveis de vigor para os períodos de exposição de 24 e 48 horas, contudo não obteve correlações significativas com a emergência de plântulas avaliada aos sete dias após semeadura e índice de velocidade de emergência, entretanto o período de 24 horas de exposição apresentou correlação significativa de ($r= 0,78$) com índice de velocidade de germinação, conforme pode ser observado na Tabela 10.

Segundo estudos realizados por Medeiros (2008), o vigor de lotes de sementes de tabaco dos híbridos CSC 405, K 326 e CSC 459 podem ser avaliados através do teste de envelhecimento acelerado com solução salina saturada utilizando temperatura de 45°C e período de exposição de 72 horas, porém a avaliação do teste é realizada aos 16 dias após montagem do teste de germinação referente ao período de envelhecimento, e é conclusiva somente para os híbridos citados acima e presentes em seu estudo. Com a avaliação adotada aos 16 dias após a semeadura, o teste proposto pelo autor acaba sendo muito demorado, levando cerca de 19 dias da montagem do teste até a obtenção do resultado, e que, segundo Marcos Filho (2015), para um teste ser considerado eficiente, entre outras características deve apresentar rapidez na obtenção dos resultados.

5 Conclusões

O teste de envelhecimento acelerado com água conduzido sob temperatura de 45°C combinado com período de exposição de 24 horas mostra-se adequado para avaliação de vigor de sementes de tabaco.

Referências

AFUBRA. **Associação dos Fumicultores do Brasil**. Disponível em:

<www.afubra.com.br>. Acesso em: 05/02/2018.

AKEHURST, B.C. **Tobacco**. 2nded. New York: Longman, 764p. 1981.

AOSA - Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA. 88p. (Contribution, 32). 1983.

AOSA - Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA. 334p. (Contribution, 32). 2009.

VERY, G. S. J. Structure and germination of tobacco seed and developmental anatomy of the seedling plant. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 20, p. 309-327, 1933.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E. de; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 104 - 112, 2011.

BRASIL, 2013. **Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**, que estabelece os padrões para a produção e a comercialização de sementes de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN45de17desetembrode2013.pdf>>. Acesso em: 05/02/2018.

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, p.395, 2009.

CARNEIRO, L. M. T. A. **Antecipação da colheita, secagem e armazenagem na manutenção da qualidade de grãos e sementes de trigo comum e duro**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

CARVALHO, C. **Avaliação do parâmetro fisiológico em relação ao vigor das sementes de fumo**. 2009. 96p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

COIMBRA, R. A.; MARTINS, C. C.; TOMAZ, C. A.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce (*sh2*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.2402-2408, 2009.

CRIVELLARI, R.P.L. **Metodologias para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de tabaco**. 2016. 103p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

DEUNER, C.; ALMEIDA, A. da S.; TESTA, M. L.; SUÑE, A. dos S.; TUNES, L. M. de. Envelhecimento acelerado em sementes de sorgo sacarino *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, V.12, Nº 3, p. 374-378, 2017

FREITAS, R.A.; NASCIMENTO, W.M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p.59-63. 2006.

GOODSPEED, T.H.; WHEELER H-M; HUTCHISON, P.C. 1954. Taxonomy of Nicotiana. In: GOODSPEED, T.H. 1954. **The genus Nicotiana**. Waltham: Chronica Botanica, v. 16, parte 6, p. 321-492.

GUISCHEM, J. M.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; ZANOTTO, M. D. Correlação de testes de vigor com emergência no campo e germinação em laboratório em sementes de milho doce BR 400 (gene bt). **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p.107, 2001.

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, 1996.

LARSEN, S. U. et al. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 26, n. 4, p. 627-641, 1998.

LEMES, E. S.; OLIVEIRA, S. de; ALMEIDA, A. da S.; MENEGHELLO, G. E.; GEWEHR, E.; TUNES, L. M. de. Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de grama-bermuda. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.114, n.2, p. 185-192, 2015.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.76-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p.1-24.

MCDONALD JUNIOR, M.B.; PHANNENDRANATH, B.R. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v. 3, n.1, p.27-37, 1978.

MEDEIROS, E.M. **Maturação fisiológica e adaptação do teste de envelhecimento acelerado para sementes de fumo**. 2008. 64p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. Produção de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E (Orgs.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3.ed. Pelotas: Editora. Universitária/UFPel, p.13-104. 2012.

RAMOS, N. P.; FLOR, E. P. O.; MENDONÇA, E. A. F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2004.

RStudio Team (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. Plant physiology. 4.ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682p. SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4 ed. Belmont: Wadsworth, 1992. 682p.

SILVA, H. P. **Colheita, secagem e extração de sementes de tabaco**. 2014. 106 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SINDITABACO. Sindicato da Indústria do Tabaco. Disponível em: <www.sinditabaco.com.br>. Acesso em: 05/02/2018.

SINDITABACO. **Sindicato da Indústria do Tabaco**. Disponível em: <www.sinditabaco.com.br>. Acesso em: 05/02/2018.

SOARES, E.L.C.et. al. Família Solanaceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. 3, p. 177-188, 2008.

TUNES, L. M. de; TAVARES, L. C.; BARROS, A. C. S. A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de arroz. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.35, n.1, p. 120-127, 2012.

TUNES, L. M.; 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 cebola com e sem solução salina saturada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 33-37, 2011.

VILLIERS, T. A. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. London: Pennsylvania State University Press, 1973. p. 265-288.