

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TOMATES REVESTIDAS COM EMULSÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE TOMILHO

Luan Rezende Peccini¹, Natália Assis Guedes¹, Kamila Ferreira Chaves¹, Lívia Karine Pereira², Raquel Maria de Oliveira Pires², Adilson Vidal Costa¹, Vagner Tebaldi de Queiroz¹.

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde/Departamento Química e Física, Alto Universitário, S/N, Guararema – 29500-000 – Alegre – ES, Brasil. luan.peccini@gmail.com, natalia.guedes@edu.fes.br, kamila.chaves@ufes.br, avcosta@hotmail.com, vagner.queiroz@ufes.br.

²Universidade Federal de Lavras, Escola de Ciências Agrárias de Lavras/Departamento de Agricultura, Alto Universitário, 37200-900 – Lavras -MG, Brasil. livia.pereira5@estudante.ufla.br, raquelmopires@ufla.br.

Resumo

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* (FOL) é o agente etiológico da Murcha de Fusarium, doença que ocasiona grandes prejuízos à tomaticultura. No contexto do manejo integrado de doenças, o tratamento de sementes representa uma alternativa para o controle deste fitopatógeno. Entretanto, é fundamental que o processo de tratamento não interfira na emergência e desenvolvimento inicial da lavoura. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do tratamento de sementes com emulsão de óleo essencial de tomilho (0, 2500, 5000, 7500 e 10000 ppm) sob a qualidade fisiológica de sementes de tomate por meio do teste de frio. Neste trabalho foram avaliados os parâmetros germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz primária (RP) e do hipocótilo (HIP) e comparados aos controles pelo teste de Dunnett. Após a análise dos dados observou-se que não houve diferença significativa entre os parâmetros avaliados quando comparados aos tratamentos controle. Estes resultados evidenciam que o tratamento com diferentes concentrações de óleo essencial de tomilho não influenciou na qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: Caracterização química. Tratamento de sementes. Vigor. Teste de frio.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra (Química)

Introdução

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma espécie olerícola que se destaca por ser comercializada *in natura* ou processada. Dados de mercado mostram que anualmente são produzidos cerca 180 milhões de toneladas desta hortaliça em todo o mundo, destes, cerca de 4 milhões foram produzidos em território brasileiro. Assim, a tomaticultura desempenha um papel econômico e social importante, sendo fonte de renda de muitos pequenos e médios agricultores (FAOSTAT, 2022; MENG et al., 2022).

A cultura do tomate está suscetível a diversos patógenos, dentre os quais destaca-se a espécie *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL). Esta doença é conhecida como Murcha de Fusarium e afeta negativamente as plantas de tomate causando perdas econômicas estimadas em, cerca de, 14% da colheita. Em determinadas circunstâncias, a Murcha de Fusarium pode ocasionar a destruição completa de plantações inteiras (HERNÁNDEZ-APARICIO et al., 2021).

O tratamento químico de sementes é um dos métodos utilizados para a proteção de sementes contra diversos patógenos, sendo aplicado às sementes logo após o processo de beneficiamento. Apesar de ser considerado um dos métodos mais eficazes para assegurar o estabelecimento inicial de plântulas, pesquisas demonstraram que certos ingredientes ativos, como tiametoxam, fipronil, imidacloprido, imidacloprido + tiadicarbe e carbofuram, quando aplicados nas sementes, podem acarretar na redução de seu potencial fisiológico (Fessel et al., 2003; Dan et al., 2012; Lanferdini et al., 2017; Rocha et al., 2017).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Nesse contexto, os óleos essenciais (OEs) de plantas vêm sendo avaliados como alternativa aos fungicidas comerciais para o tratamento de sementes, visto que possuem um amplo espectro de ação (GONÇALVES *et al.*, 2021). Para assegurar a viabilidade do processo de tratamento de sementes com OEs é fundamental que estes não interfiram na emergência das plântulas e desenvolvimento inicial da lavoura. O teste de germinação representa um dos testes que pode ser utilizado para avaliar o efeito do tratamento na qualidade fisiológica das sementes. No entanto, o teste de germinação demonstra diretamente o máximo potencial fisiológico da semente em condições ideais, o que difere do que ocorre em ambiente não controlado com condições adversas. Esse teste, portanto, tem limitações e como resposta a essa questão, desenvolveram-se testes de vigor para complementar as informações do teste de germinação. Esses testes de vigor estimam a emergência das plântulas em campo, sob condições ambientais variadas (BARROS *et al.*, 2002).

O teste de frio, que tem como princípio básico a exposição das sementes a baixa temperatura, alta umidade e agentes patogênicos (quando se utiliza terra procedente de áreas de cultivo da espécie), pode funcionar como instrumento de grande valor para a seleção prévia de lotes de sementes, quanto ao seu desempenho, em uma ampla faixa de condições ambientais (SARAVIA *et al.*, 2007). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com emulsão de óleo essencial (OE) de tomilho, em diferentes concentrações, sob a qualidade fisiológica de sementes de tomate por meio do teste de frio.

Metodologia

Materiais

O óleo essencial (OE) de tomilho (*Thymus vulgaris* L.) (lote BJ62640) foi adquirido da empresa Quinari®. O Tween 80® (lote 29126) foi adquirido da Dinâmica Química Contemporânea Ltda®. As sementes de tomate, variedade Santa Cruz KADA, livre de defensivos, marca ISLA (lote 119562-006) e o fungicida comercial Tecto® (lote 0001-22-00732) foram adquiridos no comércio local.

Caracterização química do óleo essencial de tomilho

O OE de tomilho foi analisado por cromatografia gasosa acoplada à espectrômetro de massas (CG-EM) e cromatografia gasosa acoplada ao detector por ionização em chama (CG-DIC) (COSTA *et al.*, 2015). Os compostos presentes no OE foram identificados por comparação de seus índices aritméticos (IA) em relação a uma série padrão de alcanos (C₉-C₂₆), e comparados com os IA da literatura (ADAMS, 2007). O espectro de massas de cada composto foi comparado com os registrados nos bancos de dados da biblioteca Wiley (Wiley 7.0 e NIST 11). Os IAs com programação linear de temperatura foram calculados usando a equação generalizada de Van den Dool e Kratz (1963).

Tratamento das sementes

Inicialmente, as sementes de tomate foram desinfetadas imersas em etanol 70% (v/v) por 2 minutos, seguido de exposição ao hipoclorito de sódio 2% (v/v) por 2 minutos. Em seguida, as sementes foram lavadas com água destilada estéril e colocadas para secar sobre papel filtro estéril em temperatura ambiente (25 ± 1 °C). Posteriormente, as sementes foram imersas em diferentes concentrações de emulsão de OE de tomilho: 0 (Tween 80 + água); 2500; 5000; 7500 e 10000 ppm. Os controles consistiram em sementes tratadas com água deionizada autoclavada (controle negativo - CN) e sementes tratadas com fungicida comercial Tecto® na concentração de 4625 ppm (controle positivo - CP) (Amini *et al.*, 2018).

Teste de frio em rolo de papel sem terra

O teste de frio em rolo de papel foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento disposta em papel germitest. A quantidade de água adicionada foi equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, visando adequado umedecimento e uniformização do teste, conforme os critérios estabelecidos nas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009). As contagens foram

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

realizadas no 5º e 14º dias após a semeadura. Em seguida, os rolos foram transferidos para sacos plásticos e mantidos a uma temperatura de 10 °C em câmara de resfriamento por sete dias. Posteriormente, foram transferidos para câmara de demanda bioquímica de oxigênio (B.O.D) regulada a 25 °C, onde permaneceram por mais sete dias. Foram avaliados parâmetros de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz primária (RP) e do hipocótilo (HIP).

Análise estatística

Os dados foram testados quanto à distribuição normal dos erros pelo teste de Liliefors e à homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett, assim os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico "GENES" (http://arquivo.ufv.br/dbg/genes/genes_br.htm) (CRUZ, 2013).

Resultados

A caracterização química do óleo essencial (OE) de tomilho (*Thymus vulgaris* L.) apresentou, em ordem decrescente de ocorrência, os compostos *p*-cimeno, timol, carvacrol, α -pineno e canfeno.

A Tabela 1 apresenta os valores médios das variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz primária (RP) e de hipocótilo (HIP) para as sementes de tomate que foram submetidas a diferentes concentrações da emulsão de OE de tomilho: 0, 2500, 5000, 7500 e 10000 ppm.

Os resultados referentes à germinação (G) das sementes de tomate submetidas ao tratamento com emulsão de OE de tomilho não exibiram diferenças estatisticamente significativas quando contrastados com os grupos controle (CN e CP). O índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou um padrão análogo entre as concentrações de 0 e 5000 ppm (8,93±0,41; 7,22±0,38, respectivamente) em relação aos controles (CN = 8,64±0,49 e CP = 7,71±1,09). As sementes submetidas ao tratamento com emulsão de OE de tomilho nas concentrações de 2500 e 7500 ppm manifestaram similaridade estatística com o grupo CP (7,22±0,38), enquanto o tratamento com 10000 ppm demonstrou equivalência estatística ao grupo CN (8,64±0,49). As medidas de comprimento da raiz primária (RP) e do hipocótilo (HIP), não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os tratamentos avaliados em comparação com os grupos controle (CN e CP).

Tabela 1 - Efeito da emulsão de OE de tomilho (0, 2500, 5000, 7500 e 10000 ppm) na germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz primária (RP) e do hipocótilo (HIP) de sementes de tomate.

Trat. (ppm)	G (%)	IVG	RP (mm)	HIP (mm)
0	88±5,03 ab	7,22±0,38 ab	10,72±0,96 ab	18,50±0,96 ab
2500	82±6,83 ab	6,36±0,43 b	11,34±2,14 ab	17,90±0,89 ab
5000	90±8,33 ab	8,93±0,41 ab	9,45±1,69 ab	17,05±1,42 ab
7500	84±6,53 ab	6,76±0,88 b	10,11±2,21 ab	16,40±3,33 ab
10000	89±7,57 ab	8,89±1,04 a	9,76±0,91 ab	17,60±1,16 ab
CN	90±6,83 a	8,64±0,49 a	9,49±2,73 a	16,50±2,48 a
CP	84±8,87 b	7,71±1,09 b	10,19±1,30 b	17,80±1,40 b
F _{5%}	1,52 ^{ns}	10,32 ^{**}	0,70 ^{ns}	1,19 ^{ns}

Pares de médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett. Trat = Tratamentos; CN = controle negativo (sementes tratadas com água deionizada autoclavada; solo estéril); CP = controle positivo (Tecto® a 4625 ppm); NS = Não significativo.

Fonte: o autor.

Discussão

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

A qualidade fisiológica das sementes é essencial para a sua comercialização. O teste de vigor é de grande importância para a seleção de sementes que atendam aos padrões de qualidade requeridos pelo mercado. Visto isso, a utilização do teste de frio avalia diretamente os efeitos de baixas temperaturas e da alta umidade, sem a interferência de demais fatores bióticos (LOEFFLER *et al.*, 1985; MEDEIROS *et al.*, 2019).

Rodo *et al.* (1998) verificaram que o teste de frio a 10°C por sete dias foi eficiente para avaliar o potencial fisiológico de sementes de tomate, apresentando correlação significativa com a emergência das plântulas em campo. Já Piana *et al.* (1995), utilizando as mesmas condições de estresse, também observaram a eficiência do teste de frio para avaliações de qualidade fisiológica em sementes de cebola.

Gomes *et al.* (2016) avaliaram o efeito de OEs de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf) e cravo da índia em flor (*Caryophyllus aromaticus*) nas concentrações de 500, 1000, 1500 e 2000 ppm em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). Os resultados mostram aumento na porcentagem de germinação das sementes tratadas com os OEs. Por outro lado, os autores identificaram diferenças significativas na qualidade fisiológica das sementes nas análises do comprimento da parte aérea, raiz primária e plântulas, influenciando negativamente o desenvolvimento de parte aérea das plântulas.

Domene *et al.* (2016) avaliaram o efeito de OEs provenientes de folhas de *C. citriodora* e *E. camaldulensis* na qualidade fisiológica de sementes de milho da variedade AL Bandeirantes. Os autores mostraram que na concentração de 3400 ppm o comprimento das plântulas foi afetado negativamente pelo OE de *E. camaldulensis*, enquanto que para o OE de *C. citriodora* não foram identificadas interferências sobre as plântulas.

Os estudos apontaram que as sementes de tomate tratadas com o OE de tomilho não foram afetadas pelas concentrações do OE variando entre 0 e 10000 ppm, mesmo em condições de estresse proporcionadas pelo teste de frio. Nota-se que a abordagem do rolo de papel sem utilizar terra oferece vantagens, uma vez que a ausência de solo elimina possíveis interferências externas e proporciona uma avaliação direta dos efeitos da temperatura baixa e da umidade elevada nas sementes, conforme indicado por Loeffler *et al.* (1985).

Conclusão

O presente trabalho representa um estudo preliminar em que o efeito da emulsão com concentrações crescentes de óleo essencial (OE) de tomilho foi avaliado no desenvolvimento de sementes de tomate pelo teste de frio. Através da avaliação de parâmetros fisiológicos das sementes de tomate, como germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da raiz primária e do hipocótilo, foi possível concluir que as diferentes concentrações de OE de tomilho (2500, 5000, 7500 e 10000 ppm) utilizadas no tratamento de sementes não afetaram negativamente a qualidade das sementes. Além disso, o fato de não terem sido observadas diferenças significativas entre os parâmetros avaliados nos tratamentos com OE de tomilho e os tratamentos controle (CN e CP) reforça a ideia de que a aplicação da emulsão não exerceu efeitos adversos sobre o desenvolvimento inicial das plântulas de tomate.

No entanto, é importante ressaltar que, apesar desses resultados promissores, é necessário considerar a necessidade de estudos complementares em diferentes condições de cultivo e variedades de tomate. A avaliação de outros aspectos, como a eficácia do tratamento contra o patógeno em condições de campo, também é fundamental para validar a eficácia dessa abordagem no controle da Murcha de Fusarium. Os achados deste estudo oferecem um passo importante em direção a práticas sustentáveis de manejo de doenças que possam contribuir para a segurança alimentar e a sustentabilidade da indústria de tomaticultura.

Referências

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4. ed. London: Allured Pub. Corp, 2007. 804 p

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

AMINI, L. *et al.* Effect of essential oil from *Zataria multiflora* on local strains of *Xanthomonas campestris*: an efficient antimicrobial agent for decontamination of seeds of *Brassica oleracea* var. *capitata*. **Scientia Horticulturae**, v. 236, n. 1, p. 256-264, 2018.

BARROS, D. I. *et al.* Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, p. 12-16, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

COSTA, A. V. *et al.* Chemical composition of essential oil from *Eucalyptus citriodora* leaves and insecticidal activity against *Myzus persicae* and *Frankliniella schultzei*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 18, n. 2, p. 374-381, 2015.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DAN, L. G. M. *et al.* tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

DELGADO, E. H. B. **Disfunção respiratória mitocondrial e estresse oxidativo após exposição crônica ao malathion**. 2006. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006

DOMENE, M. P. *et al.* Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, n. 1, p. p. e0072014- e0072014, 2016.

DOOL, H. V. D.; KRATZ, P. D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, v. 11, p. 463-471, 1963.

FESSEL, S. A.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.

GOMES, R. S. S. *et al.* Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, p. 279-287, 2016.

GONÇALVES, D. C. *et al.* Reduction of Fusarium wilt symptoms in tomato seedlings following seed treatment with *Origanum vulgare* L. essential oil and carvacrol. **Crop Protection**, v. 141, p. 105487, 2021.

HERNÁNDEZ-APARICIO, F. *et al.* Signaling in the tomato immunity against *Fusarium oxysporum*. **Molecules**, v. 26, n. 7, p. 1818, 2021.

HERNÁNDEZ-APARICIO, F. *et al.* Signaling in the tomato immunity against *Fusarium oxysporum*. **Molecules**, v. 26, n. 7, p. 1818, 2021.

LANFERDINI, D.; RADKE, A. K.; MENEGHELLO, G. E. Vigor e tempo de armazenamento de sementes de soja com tratamento industrial. **Enciclopédia Biosfera**, v.14, n. 26, p. 797, 2017.

LOEFFLER, T. M.; MEYER, J. L.; BURRIS, J. S. Comparison of two test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, v. 13, p. 653-658, 1985.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

MEDEIROS, M. L. S. *et al.* Adequação do teste de lixiviação de potássio em sementes de Moringa oleifera. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 941-949, 2019.

MENG, F. *et al.* Carotenoid biofortification in tomato products along whole agro-food chain from field to fork. **Trends in Food Science and Technology**, v. 124, n. 1, p. 296–308, 2022.

PIANA, Z. *et al.* Avaliação fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 2, p. 149-153, 1995.

ROCHA, G. C. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas. **Revista Científica**, v. 1, n. 5, p. 50-65, 2017.

RODO, A. B. *et al.* Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 23-28, 1998.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES/CNPq Nº 25/2022, T.O.: 039/2023), da Fundação de Amparo à pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financiador 001. Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Agroquímica (PPGAQ), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e aos pesquisadores do Grupo de Pesquisa de Produtos Naturais e Síntese Orgânica (GEAPS-CNPq) pelo apoio em estrutura e aprendizagem.