

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Isadora Dias Hashiguchi

**Fumigação com óleos essenciais na qualidade sanitária e
fisiológica de sementes hortaliças: Pepino Aodai (*Cucumis
sativus*)**

Dracena

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Isadora Dias Hashiguchi

**Fumigação com óleos essenciais na qualidade sanitária e
fisiológica de sementes hortaliças: Pepino Aodai (*Cucumis
sativus*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
– Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para obtenção do título de
bacharelado em Engenharia Agrônoma.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Pâmela Gomes Nakada-Freitas

Dracena

2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "Fumigação com óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica de sementes hortaliças: Pepino Aodai (*Cucumis sativus*)".

Modalidade: Trabalho de Atividades de pesquisa.

Autora: Isadora Dias Hashiguchi

Orientadora: Profa. Dra. Pâmela Gomes Nakada-Freitas

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 12/06/2025

Pâmela G. Nakada-Freitas

Profa. Dra. Pâmela Gomes Nakada - Freitas

Prof. Dr. Maria Gabriela Fontanetti Rodrigues

Profa. Dra. Maria Gabriela Fontanetti Rodrigues

Carolina Santa Batista Bonini

Profa. Dra. Carolina dos Santos Batista Bonini

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, à minha irmã, aos meus avós e à minha estrelinha. Tão fortes quanto o cerne da aroeira, deram-me coragem e a determinação necessárias para florescer. Seus amores se tornaram alento, e a firmeza de suas raízes tornou-se abrigo em meio às tempestades.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e ao meu anjo da guarda pelas oportunidades, pelos ensinamentos e pelos desafios que me foram e serão impostos.

Aos meus pais, que deixaram de lado muitos de seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus, pela escolarização e pela educação que me proporcionaram. À minha mãe, que por muito tempo trabalhou sob o sol para que eu conseguisse caminhar pela sombra, tornando-se meu maior orgulho com sua perseverança, tenacidade e honestidade, e sendo o exemplo de profissional que desejo me tornar. Ao meu pai, por se desdobrar para que meus desejos de criança se tornassem realidade, pela paciência em me ensinar a tabuada e por me mostrar que a solução para um dia ruim pode ser o simples abraço de quem amamos.

À minha querida irmã, por sempre estar ao meu lado, incentivando-me, aconselhando-me e acreditando no meu potencial. Em cada momento difícil, suas palavras foram a luz que acalmava meu coração e a coragem que me permitiu chegar até aqui. Obrigada por sempre fazer a vida parecer mais leve.

Agradeço eternamente aos meus avós, que, com muito suor e sacrifício, lutaram para nos proporcionar oportunidades que antes pareciam tão distantes. Por sempre estarem presentes em minha vida, por me ensinarem seus princípios, pelos gestos, orações, carinho e amor incondicional, por confiarem em mim e, sobretudo, por mostrarem que tudo aquilo que conquistamos com honra e afinho se torna um legado duradouro, como o cerne da aroeira.

À minha estrelinha, que, em vida, me esperava para almoçar e se despedia com um aceno de mão e um sorriso no rosto. Agradeço por nos mostrar que o mais simples gesto pode se tornar a memória afetiva mais bela e, principalmente, por nunca deixar esquecer a importância de sorrir, mesmo tendo apenas vestígios de lembranças que te prendem à realidade.

Aos meus amigos, pela companhia, apoio e incentivo, e pelo companheirismo durante toda a jornada acadêmica — em especial à Hellen, Isabela, Jaqueline, Tatiana e Thialla.

À Giovana, por sempre me aconselhar e estar presente quando mais precisei.

Agradeço pelo carinho, afeto e, especialmente, pela sua consideração. À república Ohana, por me receber de braços abertos e proporcionar momentos inesquecíveis.

Agradeço especialmente à minha orientadora, Pâmela Nakada, por toda a paciência, dedicação e comprometimento durante todo o trabalho. Seus ensinamentos e conselhos foram de suma importância para meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

A todos os funcionários do campus, que, com competência, gerem, atendem, orientam, limpam, organizam e auxiliam em todos os setores.

“Enquanto eles não se conscientizarem, não serão rebeldes autênticos e, enquanto não se rebelarem, não têm como se conscientizar” (Orwell, 1984).

RESUMO

O presente trabalho visou avaliar o efeito da fumigação com óleos essenciais na qualidade fisiológica e sanitária das sementes de pepino Aodai. A pesquisa buscou responder de que forma a aplicação dos óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho influencia a sanidade, germinação e vigor das sementes tratadas. Analisar a eficácia desses óleos na melhoria da qualidade sanitária e fisiológica das sementes após o tratamento por fumigação. Para tanto, foi realizado um experimento laboratorial no esquema fatorial 3 x 4 (óleos essenciais: capim cidreira, orégano e tomilho branco x tempos de fumigação das sementes: 3, 6, 9 e 12 dias) e também os controles: sementes tratadas com fungicida convencional Vitavax Thiram 200 SC® e sem nenhum tratamento (sementes nuas). As avaliações englobam características fisiológicas e sanitárias, como germinação, vigor, comprimento da parte aérea e da raiz, além da análise da sanidade das sementes. Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas e modelagem por regressão polinomial para compreender as variações ao longo do tempo. Os resultados indicaram que o óleo de tomilho apresentou maior volatilidade e redução da sanidade em algumas condições, enquanto os óleos de orégano e capim-cidreira mantiveram níveis superiores de sanidade. Observe-se que todos os óleos essenciais promoveram aumento significativo da massa seca das plântulas, principalmente o tomilho, e favoreceram o estabelecimento inicial das sementes, evidenciado por germinações mais rápidas e uniformes com orégano e tomilho. Conclui-se que a fumigação com óleos essenciais, especialmente de orégano e tomilho, configura uma alternativa sustentável e eficaz ao uso de fungicidas químicos convencionais, promovendo a saúde e o vigor das sementes de pepino sem comprometer os índices de germinação final.

Palavras-chave: Óleos essenciais. Fumigação. Qualidade das sementes. Pepino Aodai (*Cucumis sativus*).

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of fumigation with essential oils on the physiological and sanitary quality of Aodai cucumber seeds. The research sought to answer how the application of essential oils of lemongrass, oregano and thyme influences the health, germination and vigor of the treated seeds. To analyze the effectiveness of these oils in improving the sanitary and physiological quality of the seeds after fumigation treatment. For this purpose, a laboratory experiment was carried out in a 3 x 4 factorial scheme (essential oils: lemongrass, oregano and white thyme x seed fumigation times: 3, 6, 9 and 12 days) and also the controls: seeds treated with conventional fungicide Vitavax Thiram 200 SC® and without any treatment (bare seeds). The evaluations included physiological and health characteristics, such as germination, vigor, shoot and root length, in addition to seed health analysis. The data obtained were subjected to statistical analysis and polynomial regression modeling to understand variations over time. The results indicated that thyme oil presented greater volatility and reduced health under some conditions, while oregano and lemongrass oils maintained higher health levels. It was observed that all essential oils promoted a significant increase in seedling dry mass, especially thyme, and favored the initial establishment of seeds, evidenced by faster and more uniform germination with oregano and thyme. It is concluded that fumigation with essential oils, especially oregano and thyme, represents a sustainable and effective alternative to the use of conventional chemical fungicides, promoting the health and vigor of cucumber seeds without compromising final germination rates.

Keywords: Essential oils. Fumigation. Seed quality. Aodai cucumber (*Cucumis sativus*).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tratamento com óleos essenciais de orégano, cidreira e tomilho nas sementes de pepino	24
Figura 2 - Vitavax Thiram 200 SC® e óleos essenciais	25
Figura 3 - Teste de sanidade	26
Figura 4 - Teste de germinação.....	27
Figura 5 - Teste de germinação e armazenamento	28
Figura 6 - Primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea, raiz primária e de plântula em função do tempo de fumigação em dias dos óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Primeira contagem de germinação (PCONTA), germinação (G), massa seca de plântula (MSPL), comprimento de parte aérea, raiz primária e de plântula e sanidade de sementes de pepino em função da comparação dos controles (semente nua e com Vitavax-Thiram®) com o tratamento das sementes em função dos dias de fumigação com os óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho.	30
Tabela 2 - Equações ajustadas para comparação de médias e R^2 de ajuste de regressão para comparação das médias das características de primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea, raiz primária e de plântula em função do tempo de fumigação em dias dos óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho.	32
Tabela 3 - Primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea, raiz primária e de plântula em função do tempo de fumigação em dias dos óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho.	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.1 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Introdução geral ao cultivo do pepino	17
3.2 Propagação da cultura e qualidade das sementes	18
3.3 Uso de produtos convencionais e alternativas naturais na produção de .	19
sementes	19
3.4 Técnicas de fumigação	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A utilização de métodos sustentáveis e menos invasivos no manejo fitossanitário é uma preocupação crescente na agricultura moderna, especialmente devido às questões ambientais, à saúde humana e à resistência dos patógenos aos pesticidas convencionais. Nesse contexto, os óleos essenciais têm emergido como alternativas promissoras no controle de patógenos e na conservação de sementes hortícolas, oferecendo uma abordagem mais segura e ambientalmente compatível (Souza *et al.*, 2005; Teixeira *et al.*, 2013; Figueiredo *et al.*, 2021). Esses compostos naturais possuem propriedades antimicrobianas, antivirais e antibacterianas que podem ser exploradas na sanitização de sementes, promovendo sua preservação sem a introdução de resíduos tóxicos (Souza *et al.*, 2005).

A técnica de fumigação com óleos essenciais, em particular, apresenta vantagens notáveis, como sua alta volatilidade, que permite a difusão rápida no ambiente de tratamento, além de possibilitar a aplicação em ambientes fechados de maneira controlada (Gasparin *et al.*, 2014). Segundo Kohatsu *et al.* (2010), a eficácia desse método depende de fatores como a temperatura, o tempo de exposição e a espécie de óleo utilizada, pois esses elementos influenciam a concentração do composto ativo e sua capacidade de eliminar microrganismos patogênicos. Estudos laboratoriais indicam que temperaturas em torno de 30°C garantem sua volatilização, mantendo a integridade fisiológica das sementes tratadas (Gasparini *et al.*, 2014).

No Brasil, a pesquisa com óleos essenciais na sanitização de sementes hortícolas, tem mostrado resultados promissores. Nas avaliações de diferentes espécies, observa-se não apenas a eficiência no controle microbiológico, mas também a preservação da viabilidade das sementes. Por exemplo, um estudo realizado por Silva *et al.* (2020) demonstrou que a fumigação com óleo de capim-cidreira resultou em melhorias na germinação e vigor de sementes de tomate, além de reduzir a incidência de fungos e bactérias na superfície das sementes. Esses resultados reforçam o potencial dos óleos essenciais em práticas agrícolas sustentáveis.

Especificamente para o cultivo do pepino Aodai (*Cucumis sativus*), a adoção de protocolos que utilizem óleos essenciais pode representar uma alternativa eficiente na sanitização de sementes, promovendo a eliminação de patógenos sem prejudicar sua qualidade fisiológica. Ainda que os trabalhos até o momento sejam incipientes,

evidências indicam que a aplicação de óleos apresenta efeitos positivos na microbiota das sementes, além de potencializar sua germinação e vigor (Nakada *et al.*, 2011).

Dessa forma, o presente estudo justifica-se pela necessidade de aprofundar o entendimento sobre a aplicação de óleos essenciais na sanitização de sementes de hortaliças, com foco na melhoria da qualidade sanitária e fisiológica do pepino Aodai. A pesquisa busca contribuir para a validação dessa tecnologia, consolidando o uso de óleos essenciais como uma estratégia viável, sustentável e eficiente na produção de sementes de alta qualidade, alinhando-se às demandas por práticas agrícolas mais inovadoras e responsáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Objetivou-se avaliar o efeito da fumigação com óleos essenciais na qualidade fisiológica e sanitária das sementes de pepino Aodai, buscando compreender de que forma a aplicação dos óleos de capim-cidreira, orégano e tomilho influencia a sanidade, germinação e vigor das sementes tratadas.

2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a sanidade das sementes de pepino após fumigação com óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho branco;
- Avaliar a qualidade fisiológica quanto a germinação e vigor após tratamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Introdução geral ao cultivo do pepino

O pepino (*Cucumis sativus* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica e social, amplamente cultivada em diversas regiões do mundo devido ao seu valor nutricional e versatilidade de uso. Dentre as variedades existentes, destacam-se o pepino holandês, japonês, caipira, de indústria e o Aodai, cada qual adaptada às condições específicas de cultivo e preferências do mercado (Nakada *et al.*, 2011). Essas variedades apresentam diferenças morfológicas, de sabor, textura, e de uso culinário, possuindo também distintas exigências ambientais e de manejo agrícola.

Historicamente, o pepino possui sua origem na Ásia, especialmente na Índia, que é considerada seu centro de origem, onde a cultura é praticada há mais de 3.000 anos. Sua domesticação ocorreu inicialmente na China, há mais de 2.000 anos, e hoje é cultivado em quase todos os continentes, com grande destaque para regiões de clima tropical e subtropical (Kohatsu, 2010). Essa adaptabilidade possibilitou a expansão mundial da cultura, tornando-a uma importante fonte de renda tanto para agricultores familiares quanto para grandes empresas do setor hortícola.

A importância econômica do pepino é significativa, uma vez que sua produção abastece consumidores de diferentes mercados, além de possuir valor agregado na indústria de processamento de alimentos, cosméticos e farmacêuticos (Silva *et al.*, 2014; Medeiros *et al.*, 2018). A planta é cultivada em áreas variadas, incluindo solos de baixa fertilidade, mediante técnicas de manejo adequadas, e é frequentemente utilizada em sistemas de produção orgânica, que valorizam práticas sustentáveis e o uso de insumos biológicos, como os óleos essenciais na sanitização de sementes, tema deste trabalho (Silva *et al.*, 2014; Medeiros *et al.*, 2018). A variedade Aodai, especificamente, apresenta frutos alongados, pele fina, sabor delicado e maior resistência a pragas, sendo amplamente utilizada para consumo “in natura” e na produção de conservas, em função de suas características sensoriais e de produtividade (Ferreira, 2018).

As condições ambientais ideais para o cultivo do pepino incluem temperaturas entre 18 e 28°C, com preferência por períodos de clima quente e períodos de baixa umidade, além de uma boa disponibilidade de água e nutrientes. Tal como as demais variedades, o pepino Aodai exige manejo adequado do solo, irrigação eficiente, controle de pragas e doenças, além de uma seleção cuidadosa de sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária, que podem ser obtidas por processos de tratamento pré-plantio, incluindo a utilização de óleos essenciais como agentes de sanitização (Ferreira, 2018; Oliveira, 2022).

Em síntese, o cultivo do pepino é uma atividade de grande relevância econômica e nutricional, adaptável a diferentes sistemas de produção e condições ambientais.

3.2 Propagação da cultura e qualidade das sementes

A propagação via sementes do pepino ocorre por sementes (via sexuada), que podem ser obtidas tanto de plantas de autofecundação quanto de plantas de polinização cruzada, dependendo do sistema de manejo adotado. Como sementes de cultivo, sua qualidade deve atender a critérios rigorosos que envolvem aspectos físicos, genéticos, sanitários e fisiológicos, sendo estes últimos de grande relevância, pois determinam o potencial de germinação e o vigor das plântulas (Olinto *et al.*, 2021). Como o pepino é uma espécie que depende da qualidade de sementes para estabelecer um bom potencial produtivo, a atenção à sua sanidade e fisiologia torna-se imprescindível para assegurar o sucesso da lavoura (Santos *et al.*, 2013; Medeiros *et al.*, 2018). Assim, a avaliação precoce e criteriosa da qualidade das sementes é fundamental, tendo como foco primordial a sua qualidade sanitária e fisiológica, pois essas características influenciam diretamente na emergência, vigor e produção das plantas.

A qualidade fisiológica refere-se à capacidade da semente em germinar, desenvolver-se e estabelecer-se vigorosamente sob condições normais ou adversas. Já a sanitária refere-se à ausência de patógenos como fungos, bactérias, vírus ou nematoides que possam comprometer o desenvolvimento inicial da planta ou adquirir doenças que se manifestam ao longo do ciclo de cultivo.

A importância de garantir sementes de alta qualidade sanitária está relacionada ao fato de que sementes contaminadas por patógenos podem transmitir doenças à cultura e às mudas afetando o vigor e causando perdas na produtividade (Santos *et al.*, 2013). Além disso, sementes com baixa qualidade sanitária pode facilitar a introdução de agentes fitopatogênicos no campo, o que requer ações de controle mais intensas e o uso de defensivos agrícolas, muitas vezes via sistemas convencionais de produção (Santos *et al.*, 2013).

Outro aspecto importante relacionado à qualidade das sementes é o conteúdo de reservas nutritivas, que fornece energia e nutrientes essenciais para a emergência e o desenvolvimento inicial da plântula (Medeiros *et al.*, 2018). As reservas, como amido, proteínas e lipídios, estão armazenadas principalmente no embrião e no endosperma e influenciam na taxa de germinação, vigor e resistência da semente às condições ambientais adversas (Medeiros *et al.*, 2018). Assim, sementes com maior quantidade e qualidade de reservas tendem a gerar plântulas mais vigorosas e resistentes, aprimorando a produtividade final da cultura.

Diante desse cenário, a necessidade de métodos eficientes para avaliação e aprimoramento da qualidade das sementes se torna evidente, principalmente quanto à sua sanitização. Atualmente, o setor carece de alternativas sustentáveis ao uso de agrotóxicos convencionais, especialmente no contexto de produção orgânica e de sistemas que buscam reduzir o impacto ambiental e os riscos à saúde humana. Nesse sentido, o uso de óleos essenciais emerge como uma estratégia promissora para o controle de patógenos sem comprometer a qualidade fisiológica e sanitária das sementes (Santos *et al.*, 2013; Oliveira, 2022).

A pesquisa busca aprimorar o vigor e o desenvolvimento do pepino, promovendo práticas sustentáveis que elevem a qualidade das sementes e garantam maior segurança alimentar.

3.3 Uso de produtos convencionais e alternativas naturais na produção de sementes

Os avanços nos métodos de manejo das sementes, especialmente por meio da aplicação de técnicas inovadoras de sanitização com óleos essenciais, representam um importante progresso na agricultura moderna. Essas inovações visam promover a

saúde vegetal, garantir maior segurança dos alimentos, contribuir para a sustentabilidade dos sistemas produtivos e elevar a qualidade da produção hortícola (Taveira *et al.*, 2009; Cruz-Coronado; Monge-Pérez, 2019).

Na produção de sementes hortícolas, a sanitização é uma etapa fundamental para garantir o vigor e a alta qualidade sanitária das sementes, essenciais para o sucesso do cultivo. Tradicionalmente, os métodos utilizados envolvem o uso de produtos convencionais, principalmente fungicidas e outros defensivos registrados no mercado, que visam controlar fungos, bactérias e vírus responsáveis por doenças que podem comprometer a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas (Carvalho *et al.*, 2013). Contudo, tais produtos frequentemente apresentam desvantagens, como o risco de resistência por parte dos patógenos, contaminação do ambiente, resíduos toxicológicos na semente ou no solo, além de preocupações relacionadas à saúde do consumidor e do operador agrícola (Brasil, 2022). Consequentemente, há uma crescente busca por alternativas naturais que possam exercer efeito sanitizante de forma segura e sustentável.

Entre as alternativas naturais propostas, os óleos essenciais têm recebido destaque pelo seu potencial antimicrobiano e por suas propriedades fitotécnicas (Teixeira *et al.*, 2013). Os óleos essenciais são compostos voláteis, extraídos de plantas medicinais e aromáticas, caracterizados por uma composição química complexa, rica em terpenos, fenóis, álcoois e outros compostos bioativos (Figueiredo *et al.*, 2021). Tal composição confere aos óleos essenciais um elevado potencial antimicrobiano, capazes de inibir o crescimento de fungos, bactérias e outros microrganismos patogênicos, atuando de modo natural e biodegradável (Teixeira *et al.*, 2013; Figueiredo *et al.*, 2021). Essa atividade antimicrobiana tem sido demonstrada em diversos estudos que reportaram a eficácia de óleos essenciais de plantas como capim cidreira, orégano e tomilho no controle de fungos e outros agentes patogênicos associados à deterioração de sementes (Santos *et al.*, 2013; Oliveira, 2022).

Esses, apresentam-se como alternativas promissoras na sanitização de sementes devido ao seu potencial de eliminar ou reduzir significativamente a carga de agentes infecciosos, sem os efeitos colaterais dos produtos químicos convencionais. Em particular, óleos de plantas como orégano e tomilho, destacam-se por possuírem compostos fenólicos e monoterpenos de forte ação antimicrobiana, capazes de

destruir as membranas celulares de fungos e bactérias, além de inibir a sua reprodução (Kohatsu, 2010). Além do efeito antimicrobiano, os óleos essenciais também podem modular o vigor das sementes ao promover estímulos no metabolismo e na resistência ao estresse, contribuindo para uma melhor emergência e crescimento inicial das plântulas (Santos *et al.*, 2013).

O uso de óleos essenciais na sanitização de sementes representa uma abordagem sustentável, que contribui para a redução do uso de pesticidas químicos e melhora tanto a qualidade fisiológica quanto a sanitária das sementes, diminuindo a incidência de patógenos e promovendo maior produtividade e segurança alimentar (Teixeira *et al.*, 2013; Figueiredo *et al.*, 2021).

Portanto, o potencial dos óleos essenciais reside na sua atividade antimicrobiana efetiva e na sua compatibilidade com práticas sustentáveis na produção de sementes, constituindo uma promissora ferramenta para o manejo fitossanitário de sementes hortícolas, inclusive do pepino Aodai. O desenvolvimento de estudos que explorem suas aplicações e otimizar os protocolos de uso é fundamental para consolidar essa alternativa como uma prática padrão na produção de sementes de alta qualidade.

3.4 Técnicas de fumigação

A fumigação é uma técnica de controle sanitário amplamente utilizada na agricultura, especialmente na preservação de sementes, por seu potencial de eliminar microrganismos e patógenos presentes na superfície ou no interior dos materiais agropecuários (Gasparin *et al.*, 2014). Desde suas aplicações tradicionais, a fumigação convencional emprega pesticidas químicos voláteis ou gasosos, como brometos e outros compostos com alta capacidade de penetração, que atuam rapidamente na desinfecção das sementes, reduzindo a incidência de fungos, bactérias e vírus, além de inibir a ação de insetos e outros agentes nocivos (Martins *et al.*, 2021).

No entanto, devido às preocupações ambientais, à saúde humana e à resistência dos patógenos aos pesticidas convencionais, há um crescente interesse no desenvolvimento de técnicas alternativas de fumigação que possam ser menos

agressivas e mais sustentáveis. Uma dessas alternativas vem sendo explorada com o uso de óleos essenciais, cuja alta volatilização e composição química, favorecem a utilização da técnica de fumigação. Estes produtos, por sua natureza volátil e de baixo peso molecular, quando aplicados em ambientes fechados e diante de temperaturas mais elevadas (aproximadamente 30°C), como câmaras de germinação ou caixas de armazenamento, passam do seu estado líquido para gasoso, facilitando a difusão e o contato com microrganismos presentes nas sementes (Gasparin *et al.*, 2014).

Diversos estudos têm servido de base para a aplicação dessa técnica em sementes hortícolas. Oliveira *et al* (2014), demonstraram que a fumigação com óleos essenciais de capim cidreira a 30°C, por períodos de até 4 dias, foi eficaz na redução significativa de fungos como *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., sem comprometer a germinação das sementes de hortaliças. Da mesma forma, Teixeira *et al.* (2013) verificaram que a utilização de óleos de orégano e tomilho na fumigação de sementes de tomate resultou na diminuição da carga microbiológica e na manutenção do vigor fisiológico, mesmo com altas taxas de volatilização dos compostos bioativos. Esses resultados apontam para a alta eficiência dessa técnica no controle de microrganismos, atribuída à rápida difusão dos óleos essenciais no ambiente de tratamento, promovendo ações efetivas em curtos períodos de exposição.

A associação entre a característica volátil dos óleos essenciais e a técnica de fumigação confere inúmeras vantagens, como a possibilidade de utilização em ambientes fechados, maior controle na dose aplicada, além de reduzir resíduos tóxicos na semente tratada (Gasparin *et al.*, 2014). Contudo, é importante salientar que a efetividade da técnica depende de fatores como a temperatura, o tempo de exposição e a espécie de óleo utilizado, o que influencia na volatilidade e, consequentemente, na concentração do composto ativo no ambiente de tratamento (Kohatsu, 2010). Estudos laboratoriais indicam que temperaturas em torno de 30°C possibilitam uma volatilização adequada dos óleos, mantendo sua eficácia antimicrobiana sem prejuízos à qualidade fisiológica das sementes (Gasparin *et al.*, 2014).

Diante dessas considerações, a técnica de fumigação com óleos essenciais apresenta-se como uma estratégia promissora e versátil, que combina a alta volatilidade natural dos compostos aromáticos e antibacterianos, com a capacidade de difusão rápida em ambientes controlados. Essa abordagem permite uma alternativa eficiente e mais sustentável na sanitização de sementes hortícolas, incluindo o pepino

Aodai, podendo promover a eliminação de patógenos sem os efeitos nocivos dos pesticidas convencionais. Assim, o desenvolvimento de protocolos específicos para diferentes espécies de sementes deve ser uma prioridade, garantindo o equilíbrio entre o controle microbiológico e a preservação da qualidade fisiológica de sementes tratadas (Teixeira *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2014;).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Dracena, na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), no laboratório de análise de sementes.

As sementes utilizadas foram de pepino (*Cucumis sativus*) Aodai, provenientes de sementes comercializadas (Feltrin) e sem tratamento prévio.

Os tratamentos foram aplicados por fumigação nas sementes de pepino Aodai, montado em esquema fatorial 3 x 4 (óleos essenciais: capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) da marca Laszlo, orégano (*Origanum vulgare*) da marca Oshadhi e tomilho branco (*Thymus vulgaris*) da marca laszlo e períodos de exposição à fumigação: 3, 6, 9 e 12 dias), sendo feitas quatro repetições por tratamento com 50 sementes cada (totalizando 200 sementes por tratamento e 600 sementes para cada tempo de fumigação). Além disso, foram incluídos um tratamento de 200 sementes controle com fungicida convencional (Vitavax Thiram 200 SC®) e 200 sementes sem nenhum tratamento (avaliação de sementes nuas). Para a aplicação, foram colocadas 1 mL de óleo essencial em cada placa de petri, com as sementes dispostas em uma camada única sobre uma tela de aço inoxidável dentro de uma caixa gerbox, que foi fechada e vedada com filme de PVC para evitar perdas por volatilização (Figura 1).

Figura 1 - Tratamento com óleos essenciais de orégano, cidreira e tomilho nas sementes de pepino



Fonte: Fotografia do autor.

Figura 2 - Vitavax Thiram 200 SC® e óleos essenciais



Fonte: Fotografias do autor.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

- Especificações da caixa gerbox: As caixas gerbox tiveram capacidade suficiente para acomodar as sementes sobre a tela de aço inoxidável, garantindo espaço para ventilação e circulação de ar durante o período de fumigação.
- Placa de petri: Foram utilizadas placas de petri para alojar as gotas de óleo essencial e manter o contato uniforme com as sementes durante a fumigação.
- Papel *germitest*: Foram utilizados papel germitest umedecidos com a quantidade adequada de água, calculada conforme metodologia das Regras de Análises de Sementes (RAS) (Brasil, 2009a), para garantir condições ideais de germinação.
- Metodologia do teste de germinação: A quantidade de água para umedecer o papel *germitest* foi calculada conforme orientação da RAS, assegurando o nível de umidade ideal. As sementes foram dispostas sobre o papel, que foi colocado dentro de sacos transparentes. As avaliações de primeira contagem de germinação ocorreram quatro dias após a montagem dos testes e de segunda contagem após oito dias da montagem, sendo calculada a porcentagem de sementes germinadas com plântulas normais.

- Tempo de tratamento: As sementes permaneceram sob fumigação na câmara de germinação mantida a 30° C, nos períodos de 03, 06, 09 e 12 dias, com destaque para os tratamentos de até 4 dias, conforme a recomendação da literatura para garantir a volatilização dos óleos essenciais e a efetividade do tratamento.
- Conservação após a montagem: Após a montagem, os testes de germinação foram armazenados na incubadora BOD sob a temperatura controlada à 20°C.
- Óleos essenciais utilizados: Foram empregados óleos essenciais puros de capim cidreira, orégano e tomilho branco, todos adquiridos de fornecedores confiáveis, Laszlo (capim cidreira e tomilho branco) e Oshadhi (orégano), usados em quantidades adequadas para os tratamentos.

Foram realizadas as seguintes análises:

- Teste de sanidade: Utilizou-se o método do papel de filtro (*Blotter test*), conforme o Manual de Análise Sanitária de Sementes (Brasil, 2009). Para evitar a germinação precoce, as subamostras de sementes foram armazenadas em congelador até o momento da incubação. Para a análise, foram utilizadas oito subamostras de 25 sementes por tratamento, que foram incubadas em câmara a 20°C sob regime de luz e escuro alternados a cada 12 horas, durante 7 dias, para a identificação de fungos sob microscópio estereoscópico.

Figura 3 - Teste de sanidade



Fonte: Fotografia do autor.

- Germinação: A porcentagem de plântulas normais foi avaliada ao final do período, segundo as normas da RAS.

- Primeira contagem de germinação: Foi realizada no quarto dia após a montagem dos testes, computando a porcentagem de sementes germinadas até então.
- Segunda contagem de germinação: foi realizada oito dias após a montagem dos testes e computado a porcentagem de sementes germinadas.
- Medidas de desenvolvimento: Foram mensurados o comprimento de raiz primária, parte aérea e comprimento total das plântulas, em dez plântulas normais por repetição, utilizando régua graduada.
- Massa seca: As plântulas normais foram secas em estufa de circulação de ar a 40°C até atingir massa constante, e suas massas foram determinadas com balança analítica, expressa em miligramas por plântula.

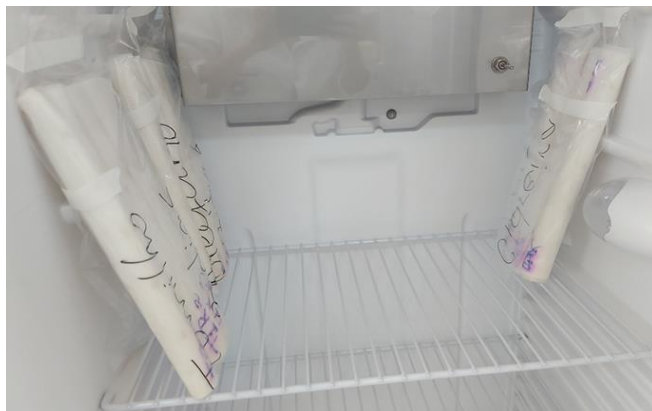
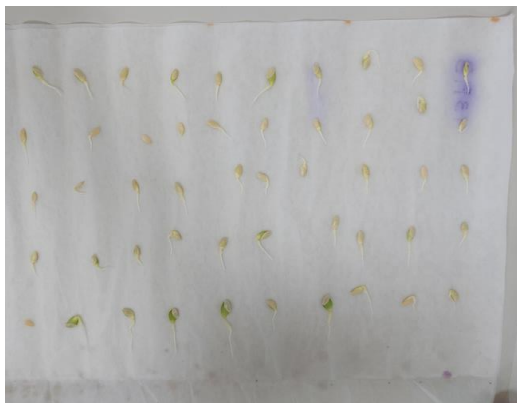
Para análise estatística, os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando os resultados foram significativos, foi aplicado o teste de Tukey para comparação de médias entre os óleos e os controles. Para avaliar o efeito do tempo de fumigação, foi aplicado análise de regressão, ambos 5% ao nível de probabilidade.

Figura 4 - Teste de germinação



Fonte: Fotografia do autor.

Figura 5 - Teste de germinação e armazenamento



Fonte: Fotografia do autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação das características fisiológicas das sementes de pepino Aodai submetidas à fumigação com óleos essenciais, observou-se que a taxa de germinação apresentou média geral de 97%, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos aplicados. Da mesma forma, a massa seca de plântulas (MSPL) manteve-se estável em torno de 23,9 mg de plântula, sem variações significativas. Quanto ao controle sanitário, a incidência do fungo *Aspergillus* spp. esteve em torno de 57%, também sem diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que a fumigação não influenciou estatisticamente a presença desse patógeno nas sementes avaliadas.

A análise da sanidade das sementes de pepino demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos com os óleos essenciais (Tabela 1). Observou-se que o óleo essencial de tomilho apresentou valor de sanidade consideravelmente maior (19%) em relação aos óleos de capim cidreira (74%) e orégano (77%), sugerindo uma maior volatilização ou interação do tomilho durante a fumigação, possivelmente aumentando a eficácia na proteção contra microrganismos contaminantes. Os tratamentos controle (semente nua) e controle químico (VitavaxThiram®) apresentaram valores de sanidade de 0% e 7%, indicando que apenas algumas amostras apresentaram contaminação, mas na média geral houve um bom controle reforçando a eficácia do produto convencional no controle sanitário das sementes.

Tabela 1 - Primeira contagem de germinação (PCONTA), germinação (G), massa seca de plântula (MSPL), comprimento de parte aérea, raiz primária e de plântula e sanidade de sementes de pepino em função da comparação dos controles (semente nua e com Vitavax-Thiram®) com o tratamento das sementes em função dos dias de fumigação com os óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho.

Tratamento de sementes	PCONTA (%)	G (%)	MSPL (mg)	CPA (cm)	CR (cm)	CPL (cm)	Sanidade (%)
Semente nua	99 a*	99 a	14,1 b	5,5 a	13,5 a	18,9 a	0
Vitavax-Thiram®	98 a	98 a	15,1 b	5,4 a	13,1 a	18,6 ab	7
Cidreira	84 b	97 a	20,1 ab	6,2 a	10,8 b	11,4 c	74
Orégano	94 a	98 a	20,8 ab	5,8 a	11,2 b	16,9 ab	77
Tomilho	94 a	96 a	31,0 a	5,7 a	10,6 b	16,3 b	19

*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à massa seca da plântula (MSPL), os óleos essenciais de cidreira, orégano e tomilho promoveram excelente desenvolvimento das plântulas, com valores de 20,1 mg, 20,8 mg e 31,0 mg, respectivamente, superando os controles que apresentaram massas inferiores (14,1 e 15,1 mg). Esse resultado indica que a fumigação com os óleos essenciais pode contribuir positivamente para o vigor das plântulas, favorecendo a acumulação de matéria seca (Tabela 1).

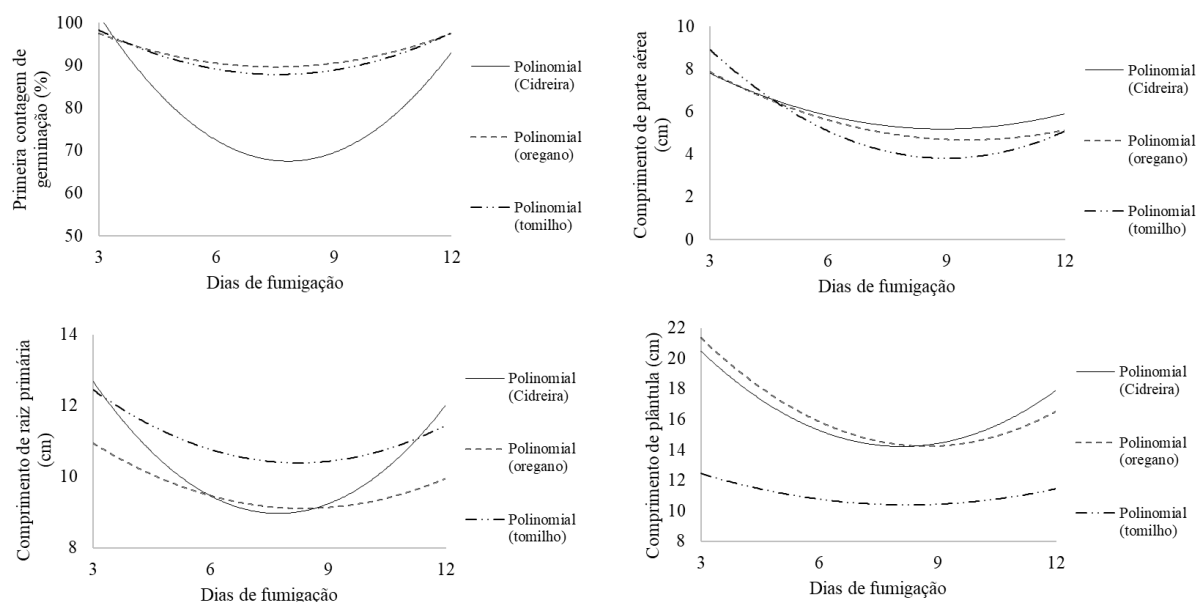
Na primeira contagem de germinação (PCONTA), os tratamentos com os óleos de orégano e tomilho apresentaram desempenho semelhante e equivalente ao tratamento controle, ambos alcançando 94%, indicativo de um estabelecimento mais rápido e uniforme das plântulas. Por sua vez, o óleo de capim cidreira apresentou PCONTA significativamente menor (84%), sugerindo menor uniformidade inicial no processo germinativo (Tabela 1).

Quanto à germinação final (G) e comprimento da parte aérea da plântula, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, com índices de germinação superiores a 96% e comprimento da parte aérea variando em torno de 5,4 a 6,2 cm, demonstrando que as fumigações com os óleos essenciais não comprometeram o desenvolvimento germinativo e inicial da parte aérea das plântulas em relação aos controles (Tabela 1).

Esses resultados indicam que a fumigação com óleos essenciais, especialmente de orégano e tomilho, é promissora para o manejo sanitário das

sementes de pepino sem comprometer a qualidade fisiológica, podendo ser alternativa ao controle químico convencional.

Figura 6 - Primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea, raiz primária e de plântula em função do tempo de fumigação em dias dos óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste de Tukey evidenciou que o tempo de fumigação com óleos essenciais influencia a eficiência no controle de *Aspergillus* spp. em sementes de berinjela, devido à volatilidade e aos compostos antifúngicos presentes nos óleos de capim cidreira, orégano e tomilho. A fumigação por quatro dias eliminou os fungos, enquanto três dias foram suficientes para melhorar a qualidade fisiológica das sementes, sem causar prejuízo ao vigor ou germinação, mostrando que os óleos essenciais são uma alternativa promissora e ambientalmente segura ao fungicida convencional (Machado, 2024).

As características fisiológicas das sementes de pepino Aodai, avaliadas em função do tempo de fumigação com os óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho, apresentaram tendências descritas por modelos de regressão polinomial, cujas equações ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Equações ajustadas para comparação de médias e R^2 de ajuste de regressão para comparação das médias das características de primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea, raiz primária e de plântula em função do tempo de fumigação em dias dos óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho.

Óleo essencial	Primeira contagem de germinação (%)	R^2
Cidreira	$y = 1,47x^2 - 23,05x + 157,75$	71
Orégano	$y = 0,38x^2 - 5,83x + 111,5$	52
Tomilho	$y = 0,5x^2 - 7,56x + 116,5$	97
Comprimento de parte aérea de plântula (cm)		
Cidreira	$y = 0,075x^2 - 1,335x + 11,125$	81
Orégano	$y = 0,075x^2 - 1,4283x + 11,475$	99
Tomilho	$y = 0,1417x^2 - 2,5483x + 15,275$	94
Comprimento de raiz primária (cm)		
Cidreira	$y = 0,1667x^2 - 2,5733x + 18,9$	99
Orégano	$y = 0,075x^2 - 1,235x + 15,475$	84
Tomilho	$y = 0,0639x^2 - 1,0683x + 13,575$	97
Comprimento de plântula (cm)		
Cidreira	$y = 0,2417x^2 - 3,9083x + 30,025$	95
Orégano	$y = 0,2167x^2 - 3,7833x + 30,75$	91
Tomilho	$y = 0,075x^2 - 1,235x + 15,475$	84

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao comprimento da parte aérea da plântula, os três óleos essenciais apresentaram bons ajustes nos modelos de regressão, com R^2 superiores a 80%, sendo que o orégano alcançou o maior valor de 99%, evidenciando a estabilidade e do modelo para este parâmetro. Destaca-se também o maior coeficiente da componente quadrática na equação do tomilho (0,1417), sugerindo maior curvatura na resposta ao tempo de fumigação para o crescimento da parte aérea.

Para o comprimento da raiz primária, os ajustes também foram elevados para todos os óleos, com R^2 variando de 84% a 99%, sendo novamente o capim cidreira responsável pelo melhor ajuste descritivo, com R^2 de 99%. Por sua vez, o comprimento total da plântula foi modelado igualmente por funções polinomiais com coeficientes de determinação elevados ($\geq 91\%$) para os óleos de capim cidreira e

orégano, indicando boa capacidade explicativa da regressão em relação ao efeito do tempo de fumigação.

Estes modelos permitiram identificar padrões específicos para cada óleo essencial ao longo do tempo de fumigação, contribuindo para a compreensão da dinâmica do efeito dos tratamentos sobre a qualidade fisiológica das sementes, auxiliando na definição do período ideal para aplicação visando à maximização da germinação e vigor das plântulas.

Os resultados do teste de fumigação com os óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho na qualidade fisiológica das sementes de pepino Aodai, indicaram um bom desempenho geral do óleo essencial de orégano ao longo dos diferentes tempos avaliados. A primeira contagem de germinação, manteve-se alta e estável para orégano, com valores próximos ou acima de 90% em todos os períodos de fumigação (3, 6, 9 e 12 dias). Em contraste, o óleo essencial de capim cidreira apresentou inferioridade no desempenho aos 9 dias de fumigação, onde na primeira contagem de germinação foi significativamente reduzida para 56%, demonstrando menor eficácia neste período (Tabela 3).

A análise estatística revelou que, em geral, não houve associação significativa entre o tempo de fumigação e as características avaliadas para os óleos essenciais, exceto para a primeira contagem de germinação no tratamento com capim cidreira, que apresentou redução significativa aos 9 dias. Quanto ao comprimento da parte aérea de plântula, o óleo essencial de tomilho apresentou redução significativa aos 9 dias, com valor de 3,2 cm, inferior em relação aos demais óleos e tempos analisados. Já o capim cidreira também evidenciou valores menores neste parâmetro e no comprimento de raiz primária e comprimento total de plântula aos 9 dias, atingindo 9,3 cm e 14,6 cm, respectivamente, demonstrando menor vigor da plântula neste ponto temporal (Tabela 3).

Tabela 3 - Primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea, raiz primária e de plântula em função do tempo de fumigação em dias dos óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho.

Óleo essencial	Primeira contagem de germinação (%)			
	Fumigação (dias)			
	3	6	9	12
Cidreira	98 a*	84 a	56 b	97 a
Orégano	99 a	86 a	95 a	96 a
Tomilho	98 a	90 a	88 a	98 a
Comprimento de parte aérea de plântula (cm)				
Cidreira	8,0 a	5,2 a	5,8 a	5,8 a
Orégano	7,9 a	5,5 a	4,8 a	5,1 a
Tomilho	8,7 a	5,7 a	3,2 b	5,3 a
Comprimento de raiz primária (cm)				
Cidreira	12,7 a	9,4 a	9,3 b	12,0 a
Orégano	10,9 a	9,6 a	12,3 a	11,9 a
Tomilho	12,3 a	11,2 a	7,4 b	11,6 a
Comprimento de plântula (cm)				
Cidreira	20,7 a	14,6 b	15,0 a	17,8 a
Orégano	18,8 a	15,1 a	17,1 a	17,0 a
Tomilho	21,0 a	16,9 a	10,6 b	16,9 a

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

No que diz respeito ao comprimento de raiz primária e ao comprimento total da plântula, os valores menores foram observados para os óleos essenciais de capim cidreira e tomilho também aos 9 dias de fumigação, com 9,3 cm e 7,4 cm para a raiz e 14,6 cm e 10,6 cm para o comprimento total, respectivamente, confirmando a influência negativa desse período para o desenvolvimento inicial das plântulas. Em suma, o tempo de 9 dias de fumigação mostrou-se crítico para o desempenho dos óleos essenciais de capim cidreira e tomilho, refletindo em um menor vigor fisiológico das sementes de pepino, enquanto o orégano manteve uma “performance” satisfatória e estável ao longo de todo o experimento.

A análise dos efeitos dos óleos essenciais de capim cidreira, orégano e tomilho sobre as características fisiológicas das sementes de pepino Aodai foi realizada por meio de análise de variância para verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos ao longo dos diferentes tempos de fumigação (3, 6, 9 e 12 dias). Quando as diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$), procedeu-se à comparação das médias pelo teste de Tukey para identificar quais óleos essenciais apresentaram variações relevantes nas respostas avaliadas em função do tempo de fumigação.

Os dados foram ajustados por modelos polinomiais, conforme ilustrado na Figura 2, que demonstra as tendências da primeira contagem de germinação (%), comprimento da parte aérea (cm), comprimento da raiz primária (cm) e comprimento total da plântula (cm) em função dos dias de fumigação com cada óleo essencial. As equações polinomiais, indicam os comportamentos diferenciados para cada óleo ao longo do tempo, evidenciando que alguns tratamentos, especialmente o óleo de capim cidreira, ocorreram redução mais acentuados em determinados parâmetros quando comparados aos demais.

6 CONCLUSÃO

A fumigação das sementes de pepino com os óleos essenciais de capim-cidreira, orégano e tomilho apresentou efeitos diferenciados na sanidade e nas características fisiológicas das sementes. Os óleos de orégano e capim-cidreira mantiveram melhor sanidade ao longo do tempo, enquanto o óleo de tomilho, devido à sua maior volatilidade, mostrou menor sanidade, porém proporcionou o maior aumento na massa seca das plântulas.

Além disso, todos os óleos promoveram um vigor inicial superior, com germinação mais rápida e uniforme, especialmente nos tratamentos com orégano e tomilho, sem afetar a germinação final nem o crescimento da parte aérea das plântulas.

Esses resultados indicam que os óleos essenciais representam alternativas sustentáveis e eficazes ao controle químico convencional para o manejo sanitário das sementes de pepino, favorecendo a qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Portaria de nº 404, de 22 de fevereiro de 2022.** Altera a Portaria nº 52, de 15 de março de 2021, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Brasília, DF, Ed.35, p. 17. 02 mar. 2022. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção e as listas de substâncias e práticas para uso nos sistemas orgânicos de produção. Portaria nº 404, de 22 de fevereiro de 2022. **Diário Oficial** da União, Brasília, DF, 02 mar. 2022. Seção 1.

CARVALHO, A. D. F; AMARO, G. B; LOPES, J. F; VILELA, N. J; MICHEREFF FILHO, M; ANDRADE, R. A cultura do pepino. **Circular Técnica.** Brasília-DF, março, 2013.

CRUZ-CORONADO, J. A; MONGE-PÉREZ, J. E. Producción de pepinillo (*Cucumis sativus*) en un ambiente protegido: evaluación de dos genotipos. **UNED Research Journal**, v. 11, n. 3, p. 410-417, 2019.

FERREIRA, A. P. S. **Avaliação da Emergência e Desenvolvimento Inicial do Pepino (*Cucumis salivus* L.) em Diferentes Substratos.** Monografia apresenta ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal de Campina Grande, f, 33, 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: UFV, p. 402, 2000.

GASPARIN, P. P.; ALVES, N. C. C.; CHRIST, D.; COELHO, S. R. M. Qualidade de folhas e rendimento de óleo essencial em hortelã pimenta (*Mentha x Piperita* L.) submetida ao processo de secagem em secador de leito fixo. **Revista Brasileira De Plantas Medicinai**s, v. 16, n. 2, p. 337–344, 2014.

KOHATSU D. S. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da enxertia em plantas de pepino.** Tese (Doutor em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), f. 61, 2010.

MACHADO, I. C. **Fumigação com óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica da semente de berinjela.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2024.

MARTINS, T. S. **Desempenho agronômico de híbridos de pepino (*Cumcumis sativus* L.) sob condições de campo aberto no município de Humaitá (AM).** Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia. Universidade Federal do Amazonas, f. 31, 2021.

MEDEIROS, M. B. C. L; JESUS, H. I; SANTOS, N. F. A; MELO, M. R. S; SOUZA, V. Q; *et al.* Índice de Qualidade de Dickson e Característica Morfológica de Muda de

Pepino, Produzidas em Diferentes Substratos Alternativos. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 159 – 173, 2018.

NAKADA, P. G; OLIVEIRA, J. A; MELO, L. C; GOMES, L. A. A; VON PINHO, E. V. R. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, 2011.

OLINTO, F. A.; OLIVEIRA, V. S; NUNES, M. S; SILVA, H. F; PORCINO, M. M; NASCIMENTO, L. C. Óleos essenciais no tratamento de sementes florestais nativas do semiárido brasileiro. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 60, n. 2, p. 610–633, 2023.

OLIVEIRA, K. F. **Eficiência da matéria orgânica na cultura do pepino aplicadas em duas épocas**. Monografia apresentada ao curso de Ciências Agrícolas. Universidade Federal do Espírito Santo, f. 50, 2022.

SANTOS, F.; MEDINA, P. F.; LOURENÇÃO, A. L.; PARISI, J. J. D.; GODOY, I. J. Qualidade de sementes de amendoim armazenadas no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 72, n. 3, p. 310–317, 2013.

SILVA, E. F. SOUZA, E.G.F.; SANTOS, M.G.; ALVES, M.J.G.; BARROS JÚNIOR, A.P.; SILVEIRA, L.M.; SOUSA, T.P. Qualidade de mudas de pepino produzidas em substratos à base de esterco ovino. **Revista Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 93-99, 2014.

SOUZA, S. A. M.; CATTELAM, L. V.; VARGAS, D. P.; PIANA, C. F. B.; BOBROWSKI, V. L. Rocha, B. H. G. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais nativas do Rio Grande do Sul sobre a germinação de sementes de alface. **Biol. Saúde**, Ponta Grossa, v.11, n. 3, p. 29-38, 2005.

TAVEIRA, M.; FERNANDES, F.; DE PINHO, P. G.; ANDRADE, P. B.; PEREIRA, J. A; VALENTÃO, P. Evolution of Brassica rapa var. rapa L. volatile composition by HS SPME and GC/IT-MS. **Microchemical Journal**, v. 93, n. 2, p. 140–146, 2009.

TEIXEIRA, G. A.; ALVES, E.; AMARAL, D. C.; MACHADO, J. C.; PERINA, F. J. Essential oils on the control of stem and ear rot in maize. **Ciência Rural**, v.43, p. 19451951, 2013.