

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL (MPA)

MÔNICA PASSOS GONÇALVES

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO-
PIPOCA TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Corymbia citriodora* E
Cymbopogon nardus

Maringá

2016

MÔNICA PASSOS GONÇALVES

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO-
PIPOCA TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Corymbia citriodora* E
Cymbopogon nardus

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kátia Regina Freitas
Schwan Estrada
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Moacir Bonato

Maringá

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

G635q Gonçalves, Mônica Passos
Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho-pipoca tratadas com óleos essenciais de *Corymbia citriodora* e *Cymbopogon nardus* / Mônica Passos Gonçalves -- Maringá, 2016.
22 f. : il. figs.

Orientador: Prof^a Dr^a Kátia Regina Freitas Schwan Estrada.
Co-Orientador: Prof. Dr. Carlos Moacir Bonato.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, 2016.

1. Eucalipto-lima. 2. Citronela. 3. Controle alternativo de doenças. 4. Vigor de sementes. I. Estrada, Kátia Regina Freitas Schwan, orient. II. Bonato, Carlos Moacir. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. IV. Título.

CDD 22.ed. 632.9

MRP-003512

MÔNICA PASSOS GONÇALVES

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO-
PIPOCA TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS DE *CORYMBIA*
CITRIODORA E *CYMBOPOGON NARDUS*

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Maringá, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agroecologia, para
obtenção do título de mestre.

APROVADA em 31 de março de 2016.

Prof. Dr. Antônio Jussê S. Solino

Antônio

Prof. Dr. Maria Marcelina Millan Rupp

mmrupp

Prof.ª Dr.ª Katia Regina Freitas Schwan-Estrada

Katia

(Orientadora)

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Nilma e Darcio, e ao
meu irmão Felipe, por todo amor
recebido.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço este trabalho aos meus pais e irmão por sempre estarem ao meu lado, apoiando-me em todas as minhas escolhas.

À Professora Kátia por ter feito possível a realização deste trabalho, pela orientação, paciência, compreensão e incentivo nos momentos mais difíceis e por todo aprendizado que me proporcionou como acadêmica.

À Larisse Oliva e por toda ajuda recebida, tanto no laboratório quanto no desenvolvimento do texto, pelas palavras de ânimo e de carinho e pela grande amiga que se tornou para mim.

Ao pessoal do laboratório pela disposição em ajudar e contribuir com meu trabalho: Janaína, Virlene, Antônio Jussie, Juliana, Mariana, David, Jéssica, Mônica, Geovana, Lorrana, Dani, Paulo e João.

À Julia Marcon pela companhia essencial nesses dois anos de mestrado e por toda ajuda com o trabalho árduo de campo, por ser essa pessoa esforçada e preocupada com o próximo, características que levarei para a vida toda.

À Cintia e Felipe por serem minha família em Maringá, por me compreenderem e me fazer compreender meus piores momentos, por me proporcionarem conversas férteis e momentos que sempre guardarei em meu coração.

Ao Stefano, Bruno, Amanda, Danilo e Lino pela ajuda de campo.

Ao Wellington pela ajuda final no laboratório e suas palavras de incentivo.

Ao Antônio Jussie que me auxiliou com os resultados deste estudo.

Ao Professor Alberto Scapim por fornecer as sementes de milho-pipoca.

Ao Professor Ozinaldo e Rafael Caldas por me acolher esses 2 anos no Núcleo de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (NADS) e terem me mostrado a prática

agroecológica na região de Maringá e fora dela, aprendizado fundamental para minha formação e atuação na área.

Aos amigos do NADS e do GAAMA por todo conhecimento criado e desenvolvido juntos.

Aos demais professores, funcionários e amigos do Programa de Mestrado Profissional em Agroecologia da UEM, que contribuíram com seus conhecimentos.

À Escola Milton Santos, à Copavi e à Associação Vale Vida por difundirem a agroecologia na região.

E à banca examinadora por aceitar o convite e contribuir para melhoria deste trabalho.

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO-PIPOCA TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Corymbia citriodora* E *Cymbopogon nardus*

RESUMO

O tratamento de sementes visa a proteção de sementes e a melhoria do desempenho de plantas em campo. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos dos tratamentos com óleos essenciais de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*) e citronela (*Cymbopogon nardus*) na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho-pipoca (*Zea mays* L.). Para a avaliação da qualidade sanitária e fisiológica, as sementes de milho-pipoca foram tratadas por fumigação na concentração de 200 µL dos óleos essenciais nos tempos 0, 5, 10, 15 e 20 minutos, sendo utilizado hipoclorito de sódio como tratamento controle para a qualidade sanitária. As variáveis analisadas foram: porcentagem de sementes germinadas e não germinadas e sua incidência de patógenos, emergência em areia (EA), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), massa fresca (MF) e massa seca (MS), comprimento de coleóptilo (CC), comprimento de raiz (CR) e comprimento total de plântula (CTP). O óleo essencial de eucalipto-lima conferiu maior porcentagem de sementes germinadas e não germinadas assintomáticas no tempo de 2,45 e 4,7 minutos de sua fumigação, respectivamente, além de reduzir o número de sementes germinadas sintomáticas ao longo do tempo de exposição de 20 minutos. Em relação à qualidade fisiológica, o eucalipto-lima afetou negativamente as variáveis EA, IVE, CTP e CR no decorrer do tempo de tratamento. A fumigação com óleo de citronela proporcionou maior porcentagem de sementes germinadas assintomáticas e menor porcentagem de sementes germinadas sintomáticas. Sua ação incrementou a massa fresca e seca das plântulas de milho-pipoca, porém, diminuiu o CC das mesmas.

Palavras-chave: Eucalipto-lima. Citronela. Controle alternativo de doenças. Vigor de sementes.

**SANITARY AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF POPCORN (*ZEA MAYS*) SEEDS
TREATED WITH ESSENTIAL OILS OF *Corymbia citriodora* AND *Cymbopogon
nardus***

ABSTRACT

Seed treatment aims to protect seeds and improve plants' output at the field. The research aims to verify the treatment effects of eucalyptus essential oil from the specie "eucalipto-lima" (*Corymbia citriodora*) and citronella (*Cymbopogon nardus*) on the sanitary and physiological quality of popcorn seeds (*Zea mays L.*). In order to evaluate the physiological and sanitary quality, the popcorn seeds were treated by fumigation concentrated at 200 μ L of the essential oils for the periods of 0, 5, 10, 15, and 20 minutes, where sodium hypochlorite was used as control treatment for the sanitary quality. The following variables were assessed: percentage of germinated and ungerminated seeds and their pathogens occurrence, emergency in sand (EA), velocity of emergency in sand index (IVE), fresh mass (MF) and dry mass (MS), coleoptiles' length (CC), roots' length (CR) and plantlets' total length (CTP). The treatment with eucalyptus-lima oil resulted in higher percentages of germinated seeds and asymptomatic ungerminated seeds at the periods of 2,45 and 4,7 minutes of fumigation, respectively, besides reducing the number of symptomatic germinated seeds throughout the 20 minutes period of exposition. Regarding the physiological quality, the eucalyptus-lima affected negatively the variables EA, IVE, CTP and CR the treatment period. Fumigation with citronella resulted higher percentage of germinated asymptomatic seeds and lower percentage of germinated symptomatic seeds. Its action increased dry and fresh mass of the popcorn plantlets, but lowered their CC.

Key words: Eucalipto-lima. Citronela. Alternative control of diseases. Seeds vigor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Porcentagem de sementes de milho-pipoca germinadas assintomáticas tratadas com óleo essencial de eucalipto-lima (<i>Corymbia citriodora</i>).....	6
Figura 2.	Porcentagem de sementes de milho-pipoca germinadas sintomáticas tratadas com óleo essencial de eucalipto-lima (<i>Corymbia citriodora</i>).....	7
Figura 3.	Porcentagem de sementes de milho-pipoca não germinadas assintomáticas tratadas com óleo essencial de eucalipto-lima (<i>Corymbia citriodora</i>).....	8
Figura 4.	Porcentagem de sementes de milho-pipoca não germinadas sintomáticas tratadas com óleo essencial de eucalipto-lima (<i>Corymbia citriodora</i>).....	9
Figura 5.	Porcentagem de sementes de milho-pipoca germinadas assintomáticas tratadas com óleo essencial de citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>).....	10
Figura 6.	Porcentagem de sementes de milho-pipoca germinadas sintomáticas tratadas com óleo essencial de citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>).....	11
Figura 7.	Efeito do tratamento do óleo essencial de eucalipto-lima (<i>Corymbia citriodora</i>) sobre as sementes de milho-pipoca na variável emergência em areia.....	12
Figura 8.	Efeito do tratamento do óleo essencial de eucalipto-lima (<i>Corymbia citriodora</i>) sobre as sementes de milho-pipoca na variável índice de velocidade de emergência em areia.....	12
Figura 9.	Efeito do tratamento do óleo essencial de eucalipto-lima (<i>Corymbia citriodora</i>) sobre as sementes de milho-pipoca na variável comprimento total de plântula.....	13
Figura 10.	Efeito do tratamento do óleo essencial de eucalipto-lima (<i>Corymbia citriodora</i>) sobre as sementes de milho-pipoca na variável comprimento de raiz.....	14
Figura 11.	Efeito do tratamento do óleo essencial de citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>) sobre as sementes de milho-pipoca na variável massa fresca de plântulas.....	15

Figura 12. Efeito do tratamento do óleo essencial de citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>) sobre as sementes de milho-pipoca na variável massa seca de plântulas.....	15
Figura 13. Efeito do tratamento do óleo essencial de citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>) sobre as sementes de milho-pipoca na variável comprimento de coleóptilo.....	16

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1 Condução do experimento	3
2.2 Obtenção dos óleos essenciais	3
2.3 Tratamento das sementes por fumigação para a avaliação da qualidade sanitária.....	3
2.4 Tratamento das sementes por fumigação para a avaliação da qualidade fisiológica.....	4
2.4.1 Teste de germinação	4
2.4.2 Emergência de plântula em areia	4
2.4.3 Índice de velocidade de emergência	4
2.4.4 Comprimento de coleótilo, comprimento de raiz e comprimento total de plântula.....	4
2.4.5 Massa fresca e massa seca da plântula	5
2.5 Análise estatística.	5
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
3.1 Tratamento das sementes por fumigação para a avaliação da qualidade sanitária.....	5
3.2 Tratamento das sementes por fumigação para a avaliação da qualidade fisiológica.....	11
4 CONCLUSÕES	17
5 REFERÊNCIAS	17

1 INTRODUÇÃO

O milho-pipoca (*Zea mays* L.) é caracterizado por possuir grãos pequenos e duros que têm capacidade de expansão do endosperma quando aquecidos a uma temperatura de aproximadamente 180°C, sofrendo uma pressão de 930,8 kPa (Ruffato et al, 2000), o que o diferencia do milho-comum pertencente à mesma espécie botânica. Este grão apresenta diversas colorações como amarelo, roxo, azul, preto, creme, alaranjado, branco e, em relação ao formato, pode ser redondo, chato ou pontiagudo, sendo o de grão redondo com endosperma amarelo alaranjado o de maior aceitação no mercado (Ziegler & Ashman, 1994).

No Brasil, o milho pipoca é plantado principalmente por pequenos produtores, com exceção de alguns grandes produtores empresariais, e o maior produtor deste grão é o estado do Mato Grosso, com produção estimada em torno de 161.716 toneladas com rendimento médio de grãos de 4.450 kg por hectare (Carvalho et al., 2015). No entanto, essa produção ainda é considerada modesta, sendo necessária a importação de milho-pipoca da Argentina e dos EUA (Simon et al., 2004; Rinaldi et al., 2007; Junior et al., 2006).

As plantas de milho-pipoca geralmente são mais suscetíveis às pragas e doenças, acamamento e quebramento do colmo e podridão dos grãos quando comparadas às demais cultivares de milho (Sawazaki, 2001). Desse modo, o emprego de sementes com qualidade comprovada é essencial para a saúde e emergência mais rápida e uniforme das plântulas de milho-pipoca.

A qualidade compreende muitas características como vigor, viabilidade, teor de água, maturidade, danificação mecânica, infecções por patógenos, danos por pragas, tamanho, aparência e longevidade (Popinigis, 1985). Ela pode também ser influenciada pela temperatura, precipitação, radiação solar, salinidade, concentração de minerais no solo, entre outros (Bonato, 2009). Logo, a interação dos componentes genético, físico, sanitário e fisiológico é que expressam a qualidade das sementes (Farinelli et al., 2006).

Dentre essas características, é relevante destacar o conceito de vigor para a agricultura. O vigor reflete no potencial de germinação, emergência e formação de plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais e que vai determinar o estabelecimento de uma população adequada de plântulas no campo, distinguindo os níveis de qualidade fisiológica que as sementes possuem (Krzyanowski & Neto, 2001), diferentemente do teste de germinação, o qual pode superestimar o valor real das sementes por este teste ser conduzido em condições ideais de laboratório (Barros et al., 2002) e sem interferências externas. Assim, o teste de vigor complementa as informações fornecidas no teste de germinação.

Outro fator que afeta o vigor e a germinação de sementes é a ocorrência de fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos por causarem prejuízos por meio de doenças e danos nas mesmas (Popiginis, 1985). A semente é o meio mais eficiente de disseminação de patógenos, ocasionando a introdução de doenças em novas áreas, a morte de plântulas pré e pós-emergência, podridões radiculares e infecções na parte aérea da plântula (Flávio et al., 2014). Entre os patógenos, os fungos são os mais ativos e com habilidade para penetrar nos tecidos vegetais, pois não necessitam de agente vetor para sua transmissão, como ocorre geralmente com bactérias e vírus (Machado & Souza, 2009).

O método mais frequente utilizado no controle fitossanitário de sementes tem sido a aplicação de produtos químicos, pois esses produtos respondem rapidamente ao tratamento, além de não exigir um conhecimento aprofundado do patógeno envolvido (Lazarotto et al., 2009). No entanto, o uso indiscriminado de fungicidas tem afetado severamente o meio ambiente e os seres vivos e tem favorecido a seleção de patógenos resistentes a essas substâncias químicas (Ghini & Kimati, 2000), tendo como consequência a resistência adquirida pelos patógenos aos tratamentos químicos, gerando dependência dos agricultores pela necessidade de adquirir novos produtos mais eficazes no controle de doenças (Coutinho et al., 1999).

Neste sentido, o tratamento de sementes a partir de subprodutos de plantas medicinais (extrato bruto, óleo essencial ou tintura) tem demonstrado eficácia na proteção de sementes e no desempenho em produzir plantas normais (Hernandez et al., 1998; Owolade et al., 2000; Souza et al., 2002; Morais, 2004; Wander, 2005), pelo fato de as plantas medicinais apresentam substâncias químicas como compostos fenólicos, cumarinas, terpenóides, flavonóides, alcalóides, glicosídeos, taninos e quinonas, que são encontradas como metabólitos secundários dos vegetais que podem desencadear efeitos benéficos ou maléficos sobre outros vegetais e demais organismos (Souza et al., 2005), muitas delas com ação antimicrobiana. Portanto, a utilização de produtos naturais extraídos de vegetais constitui como uma alternativa simples e de baixo custo para o controle de patógenos associados a sementes.

Os óleos essenciais são misturas de substâncias orgânicas voláteis contidos em muitos órgãos vegetais e estão relacionados com diversas funções necessárias à sobrevivência da planta (Siani et al., 2000) como defesa, atração de polinizadores, proteção contra a luz ultravioleta, como suporte estrutural e como estoque temporário de nutrientes (Cruz et al., 2001).

As plantas medicinais eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*) e citronela (*Cymbopogon nardus*) apresentam como principais constituintes de seus óleos essenciais o citronelal e isopolegol e citronelal e geraniol, respectivamente (Ootani et al., 2011), compostos já reconhecidos por sua atividade fungicida e bactericida, além de repelente de insetos.

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos dos tratamentos com óleos essenciais de eucalipto-lima e citronela na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho-pipoca (*Zea mays* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condução do experimento

As sementes de milho-pipoca (*Zea mays* L.) foram cedidas pelo Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim da Universidade Estadual de Maringá. A qualidade sanitária das sementes foi realizada no Laboratório de Controle Alternativo e Indução de Resistência e sua qualidade fisiológica foi conduzida em casa de vegetação da Universidade Estadual de Maringá.

2.2 Obtenção dos óleos essenciais

Os óleos essenciais de *Corymbia citriodora* e *Cymbopogon nardus* foram cedidos pelo Laboratório de Controle Alternativo e Indução de Resistência da Universidade Estadual de Maringá.

2.3 Tratamento das sementes por fumigação para a avaliação da qualidade sanitária

A avaliação da sanidade foi feita por meio do “blotter test” (Machado, 2000), onde as sementes de milho-pipoca foram previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio 1%, tratadas, e distribuídas em caixas tipo gerbox forradas com camada dupla de papel de filtro autoclavado, os quais foram umedecidos com 15 mL água destilada e esterilizada. As sementes foram fumigadas por 0, 5, 10, 15 e 20 minutos em gerbox, onde foi depositado um pequeno recipiente contendo 200 µL de cada óleo essencial puro. Foi utilizado hipoclorito de sódio como tratamento testemunha. Concluído o tempo de fumigação, o recipiente contendo óleo essencial foi retirado e as sementes foram incubadas em germinador do tipo B.O.D à temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A sanidade das sementes foi avaliada após 7 dias de acordo com as variáveis: sementes germinadas e não germinadas assintomáticas (sadias) e sementes germinadas e não germinadas sintomáticas (com doença) (Hillen et al., 2012), com

seus valores expressos em porcentagem. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5x4, onde o primeiro fator representou os óleos essenciais e o segundo fator o tempo de fumigação com quatro repetições. Cada repetição constituiu um gerbox com 50 sementes, em um total de 200 sementes por tratamento.

2.4 Tratamento das sementes por fumigação para a avaliação da qualidade fisiológica

2.4.1 Teste de germinação (G%): Realizado juntamente com a avaliação da qualidade sanitária das sementes através do método “blotter test” descrito anteriormente. A contagem foi feita no 7º dia após a implementação do teste de sanidade e os resultados foram expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Para as variáveis emergência em areia (EA), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de coleótilo (CC), comprimento de raiz (CR), comprimento total de plântula (CTP), massa fresca (MF) e massa seca (MS) das plântulas de milho-pipoca, as sementes foram previamente tratadas por fumigação dos óleos essenciais em caixas tipo gerbox nos tempos 0, 5, 10, 15 e 20 minutos.

Após o tempo de fumigação, as sementes foram semeadas na profundidade de 1 cm em jardineiras de dimensões 50x21x16 cm contendo areia lavada como substrato. As irrigações foram realizadas conforme o necessário. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5x4.

As descrições das avaliações feitas para análise da qualidade fisiológicas das sementes de milho-pipoca estão a seguir:

2.4.2 Emergência de plântula em areia (EA): As plântulas normais foram contadas 9 dias após a semeadura (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

2.4.3 Índice de velocidade de emergência (IVE): Feito em conjunto com o teste de emergência de plântula em areia, a partir das contagens diárias das plântulas emergidas até que o número ficasse constante. Os resultados foram expressos índice, conforme Maguire (1962).

2.4.4 Comprimento de coleótilo (CC), comprimento de raiz (CR) e comprimento total de plântula (CTP): Os comprimentos de coleótilo, de raiz e total de plântula foram

avaliados com auxílio de régua milimetrada utilizando-se 10 amostras por repetição escolhidas aleatoriamente e os valores foram expressos em centímetros (cm) (Gama et al., 2012).

2.4.5 Massa fresca (MF) e massa seca (MS) da plântula: Amostras de 10 plântulas por repetição escolhidas ao acaso foram coletadas e pesadas em balança semi-analítica para a obtenção dos valores de massa fresca. Estas amostras foram acondicionadas em sacos de papel tipo kraft e acondicionadas em estufa a 80°C, onde permaneceram 24h para obtenção da massa seca (Nakagawa, 1999). Os valores de massa foram expressos em gramas (g).

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos aos pressupostos de normalidade de Shapiro-Wilk e, posteriormente, à análise de variância da regressão ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tratamento das sementes por fumigação para a avaliação da qualidade sanitária

Ao tratar as sementes de milho-pipoca com o óleo essencial de eucalipto-lima foi observado o modelo de regressão cúbica para as variáveis de sementes germinadas assintomáticas e sintomáticas (Figuras 1 e 2, respectivamente).

O tratamento das sementes com eucalipto-lima proporcionou maior porcentagem de sementes germinadas assintomáticas (75,5%) ao serem expostas ao tempo de 2,45 minutos, 4% a mais que o tratamento controle (tempo 0) (Figura 1).

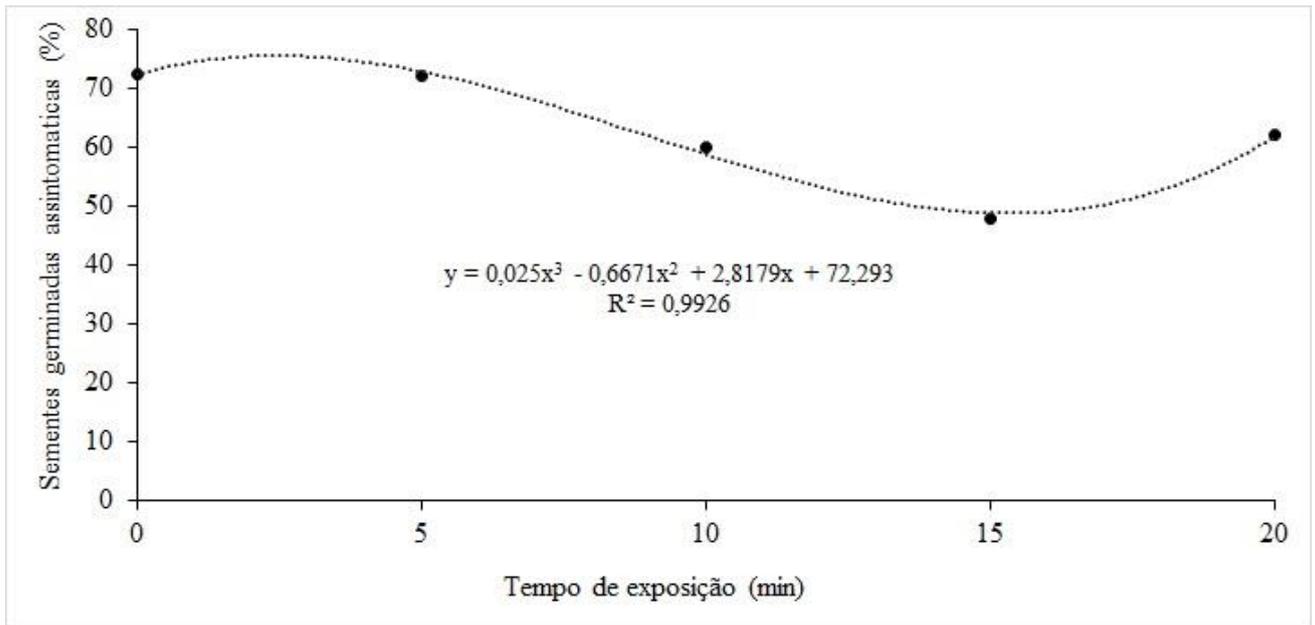


FIGURA 1: Porcentagem de sementes de milho-pipoca germinadas assintomáticas tratadas com óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*).

Estudos indicam que a ação de óleos essenciais é devido à quantidade e variedade de compostos químicos presentes em sua composição, exercendo efeito antimicrobiano por afetar a estrutura da parede celular dos microrganismos, desnaturando e coagulando proteínas (Schwan-Estrada et al., 2000). Podem alterar também a permeabilidade da membrana plasmática do patógeno, causando interrupção de processos vitais, como transporte de elétrons, fosforilação e outras reações importantes de seu metabolismo (Bonna, 2012).

Para a variável sementes germinadas sintomáticas tratadas com eucalipto-lima, o tratamento controle foi o melhor tratamento (13,25%) (Figura 2).

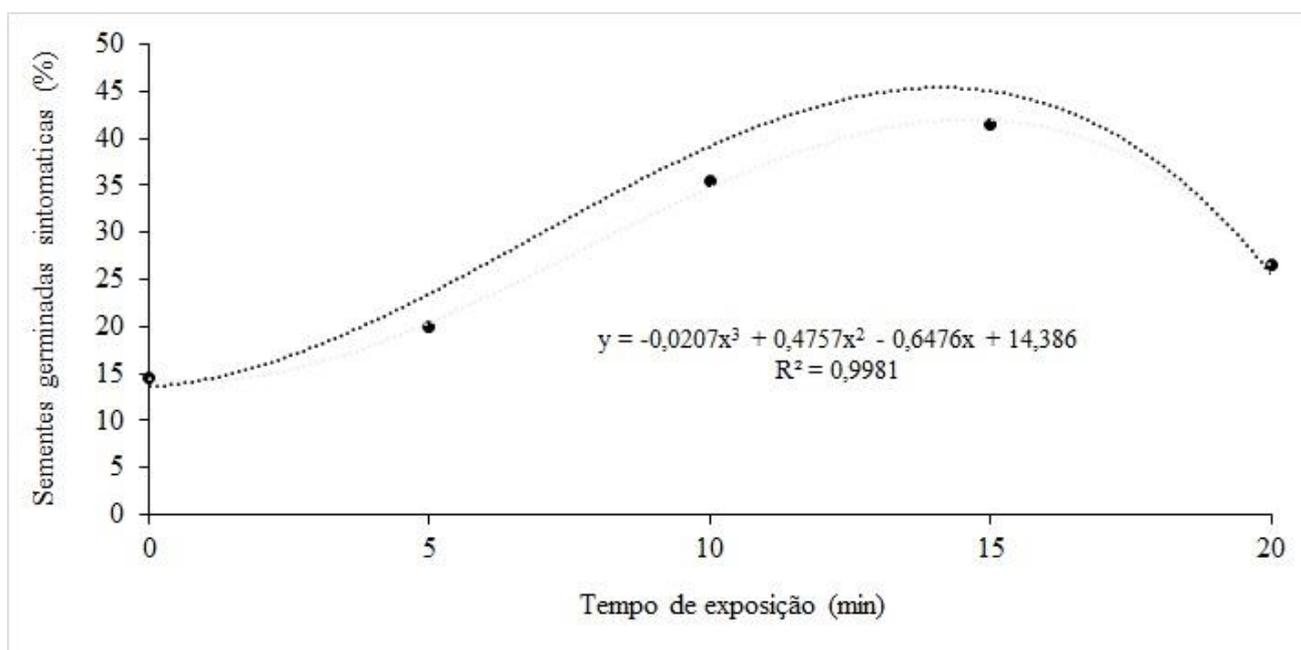


FIGURA 2: Porcentagem de sementes de milho-pipoca germinadas sintomáticas tratadas com óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*).

Venturoso et al. (2011) relata que alguns compostos químicos de extratos vegetais podem estimular e/ou favorecer o crescimento de fitopatógenos, divergindo de trabalhos que comprovem sua ação fungicida ou fungitóxica, pois a planta medicinal pode variar dependendo das condições ambientais e de solo em que foi cultivada e em seu momento da coleta. Além disso, o potencial fungistático dos óleos varia de acordo com a concentração utilizada, o gênero e a espécie do patógeno (Santos, 2014).

Foi verificado o modelo de regressão quadrática para a variável sementes não germinadas assintomáticas tratadas com eucalipto-lima (Figura 3). O melhor tempo de exposição das sementes ao óleo de eucalipto-lima foi de 4,7 minutos, resultando em 24% menos sementes não germinadas assintomáticas quando comparado ao tratamento controle.

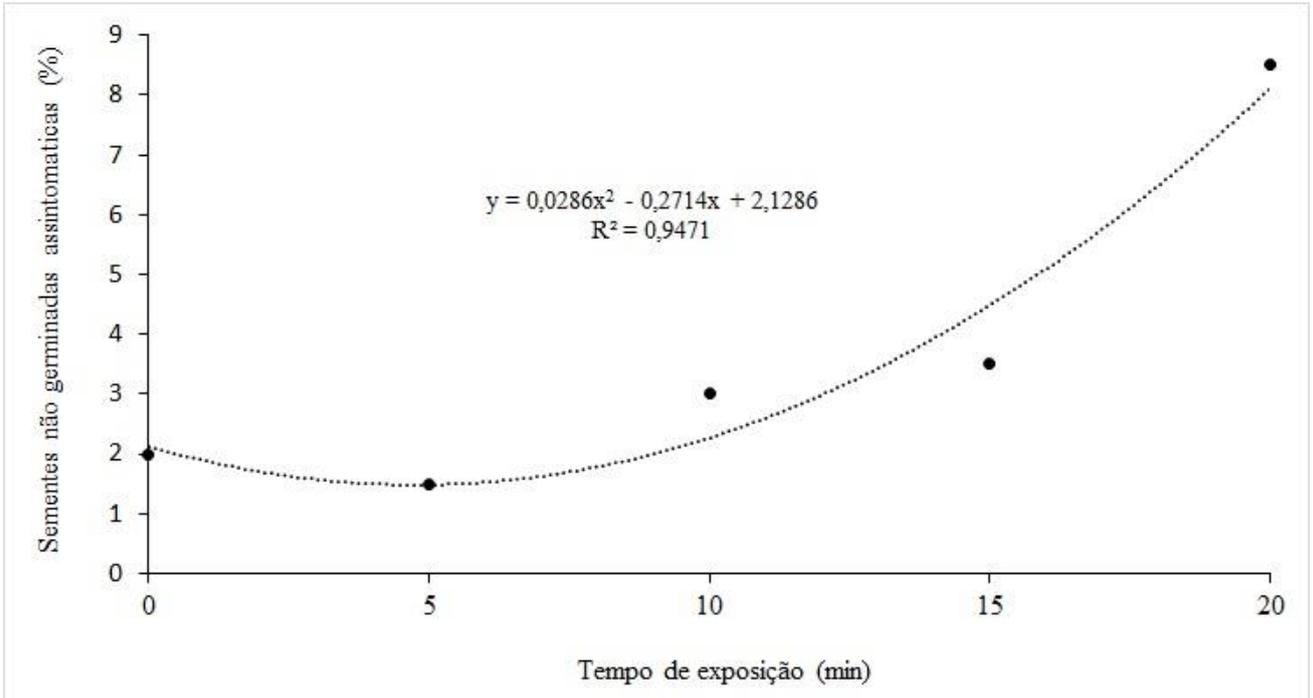


FIGURA 3: Porcentagem de sementes de milho-pipoca não germinadas assintomáticas tratadas com óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*).

O tratamento com eucalipto-lima foi significativo para regressão linear na variável sementes não germinadas sintomáticas (Figura 4). O aumento do tempo de exposição a este óleo propiciou a redução de sementes não germinadas sintomáticas, ou seja, 20 minutos de fumigação reduziu 54% das sementes não germinadas sintomáticas quando comparada ao tratamento controle.

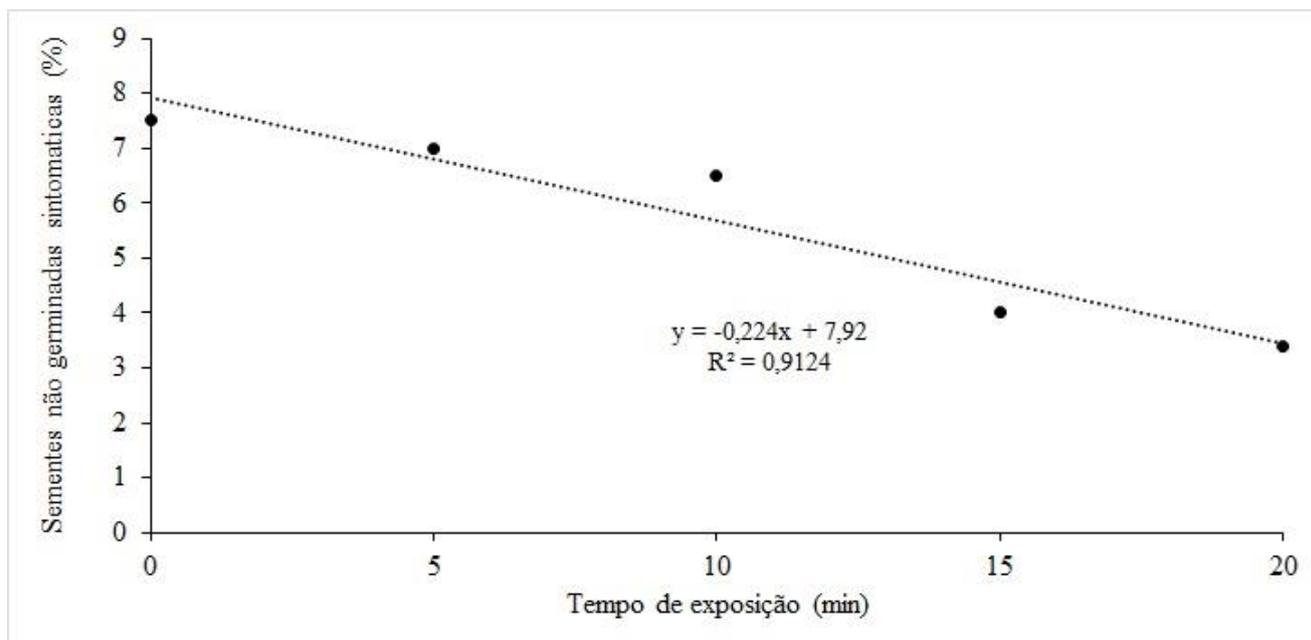


FIGURA 4: Porcentagem de sementes de milho-pipoca não germinadas sintomáticas tratadas com óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*).

As propriedades antimicrobianas dos óleos essenciais são devido à sua característica lipofílica (Bakkali et al., 2008). A hidrofobicidade do óleo essencial permite uma interação entre o óleo e os lipídios da membrana celular, interferindo na sua permeabilidade e causando alterações em sua estrutura.

Ao tratar as sementes de milho-pipoca com o óleo essencial de citronela foi observado o modelo de regressão quadrática nas variáveis sementes germinadas assintomáticas e sintomáticas (Figuras 5 e 6, respectivamente). O tempo de fumigação 10,35 minutos sobre às sementes conferiu a maior porcentagem de sementes germinadas assintomáticas (71,4%), aumento de 22,2% em relação ao tratamento controle (Figura 5).

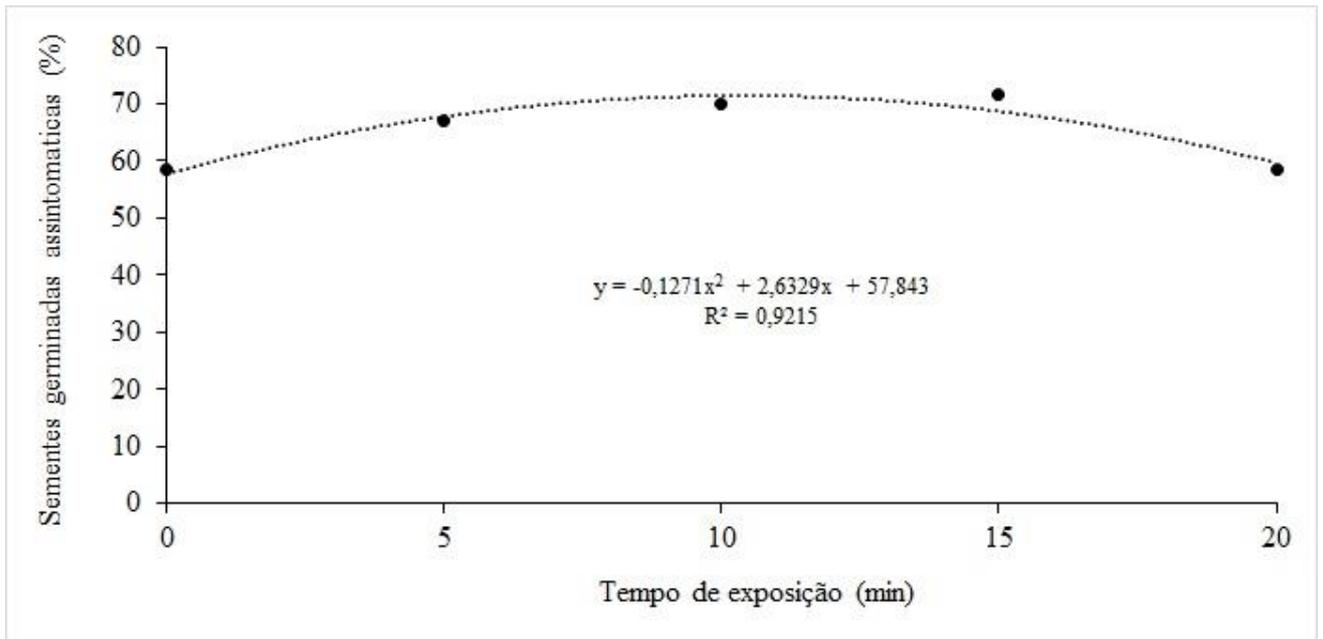


FIGURA 5: Porcentagem de sementes de milho-pipoca germinadas assintomáticas tratadas com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*).

Em trabalho realizado por Pereira et al. (2011) foi verificado o efeito inibitório do crescimento micelial da cercosporiose de cafeeiro (*Cercospora coffeicola*) com o uso dos óleos de *C. citriodora* e *C. nardus*, dentre outras plantas medicinais testadas. Além disso, o óleo de citronela reduziu a incidência e a severidade da cercosporiose. Pereira et al. (2012) também demonstraram que o óleo essencial de *C. nardus* controlou a ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro em 47,2% e 29,7%, respectivamente.

Na figura 6, é possível observar que o tratamento com citronela no tempo 11,36 minutos apresentou a menor porcentagem de sementes germinadas sintomáticas, 25,4%, em comparação ao tratamento controle.

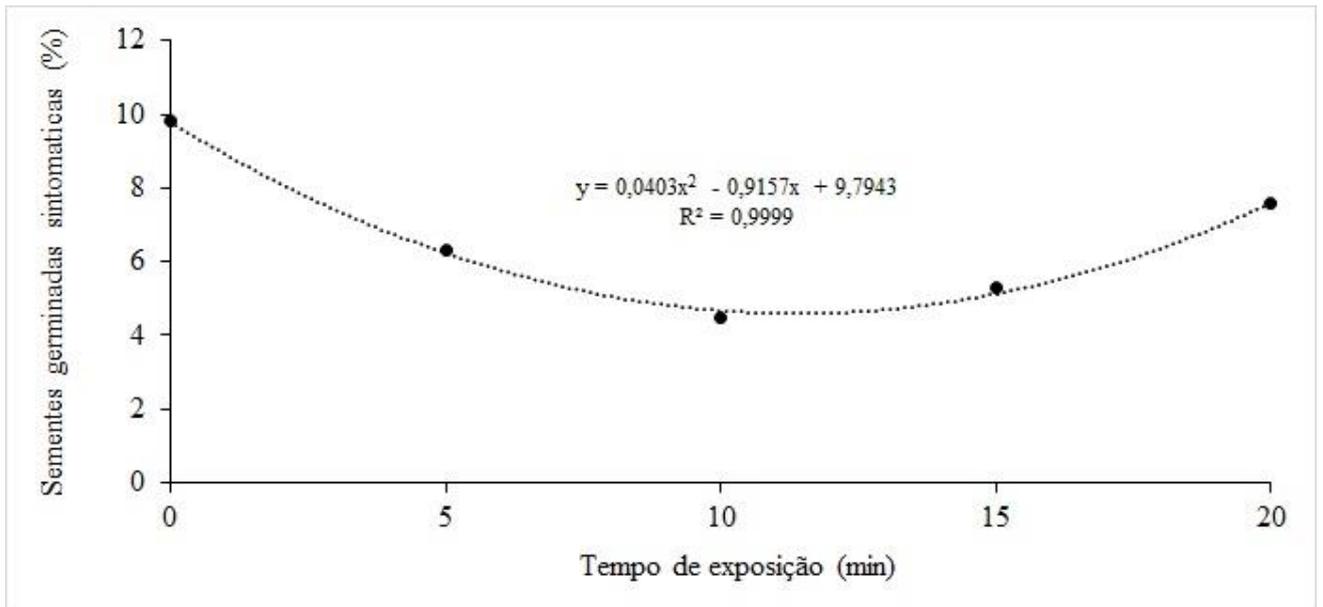


FIGURA 6: Porcentagem de sementes de milho-pipoca germinadas sintomáticas tratadas com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*).

Perina et al. (2013) constataram que *C. citriodora*, *C. nardus* e capim-limão (*Cymbopogon citratus*) controlaram de 67 a 74% a severidade de oídio da soja (*Erysiphe difusa*). A atividade antifúngica de *C. citriodora* e *C. nardus* foi eficaz sobre *Aspergillus* sp., *Pyricularia grisea* e *Colletotrichum musae*, impedindo o desenvolvimento micelial destes (Ootani, 2010).

As variáveis sementes não germinadas assintomáticas e sintomáticas para o tratamento com citronela não diferiram significativamente entre si. Nenhuma variável foi significativa para o tratamento controle de hipoclorito de sódio.

3.2 Tratamento das sementes por fumigação para a avaliação da qualidade fisiológica

As variáveis emergência em areia, índice de velocidade de emergência e comprimento total de plântula apresentaram significância para o modelo de regressão linear no tratamento com eucalipto-lima (Figura 7, 8 e 9, respectivamente).

O aumento no tempo de exposição do óleo de eucalipto-lima sobre as sementes levou à diminuição da emergência de plântulas de milho-pipoca (Figura 7). Enquanto o eucalipto-lima proporcionou 76,5% de plântulas emergidas, o tratamento controle (tempo 0) promoveu a emergência de 85% de plântulas.

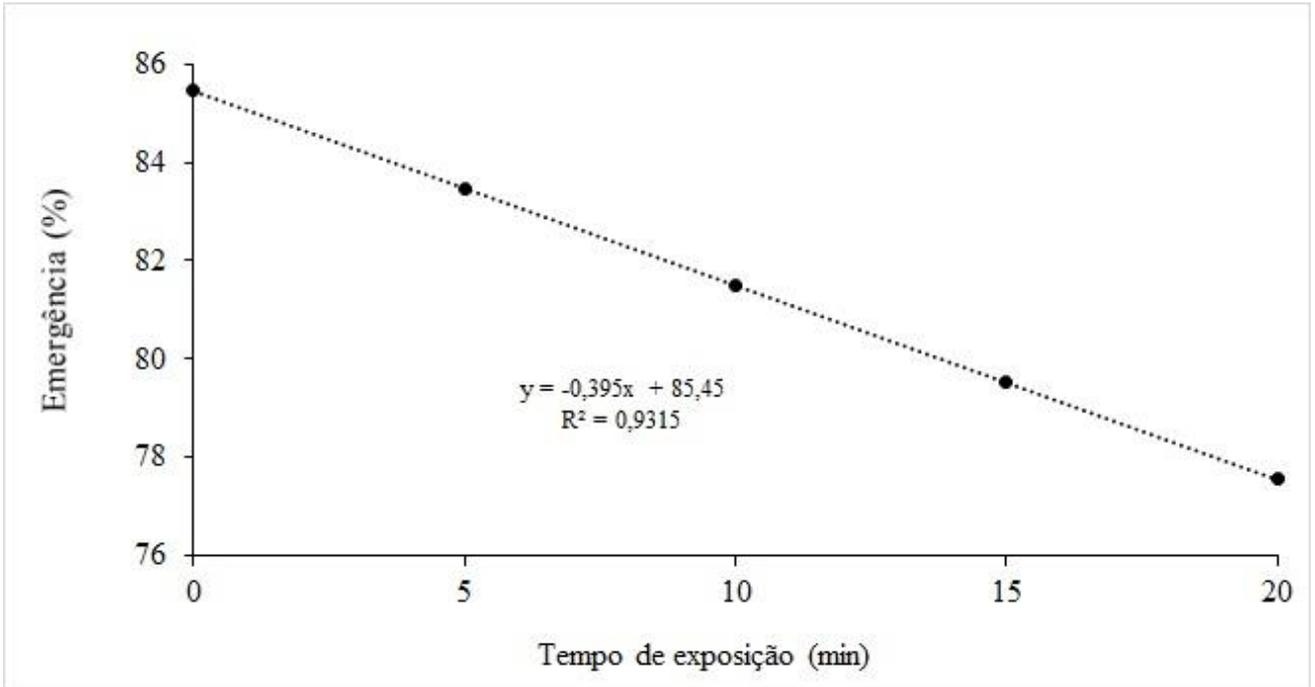


FIGURA 7: Efeito do tratamento do óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*) sobre as sementes de milho-pipoca na variável emergência em areia.

O índice de velocidade de emergência diminuiu no decorrer do tempo de exposição do eucalipto-lima sobre as sementes. O IVE foi maior no tratamento controle (10,1%) do que com o tratamento com o óleo essencial (9%) (Figura 8).

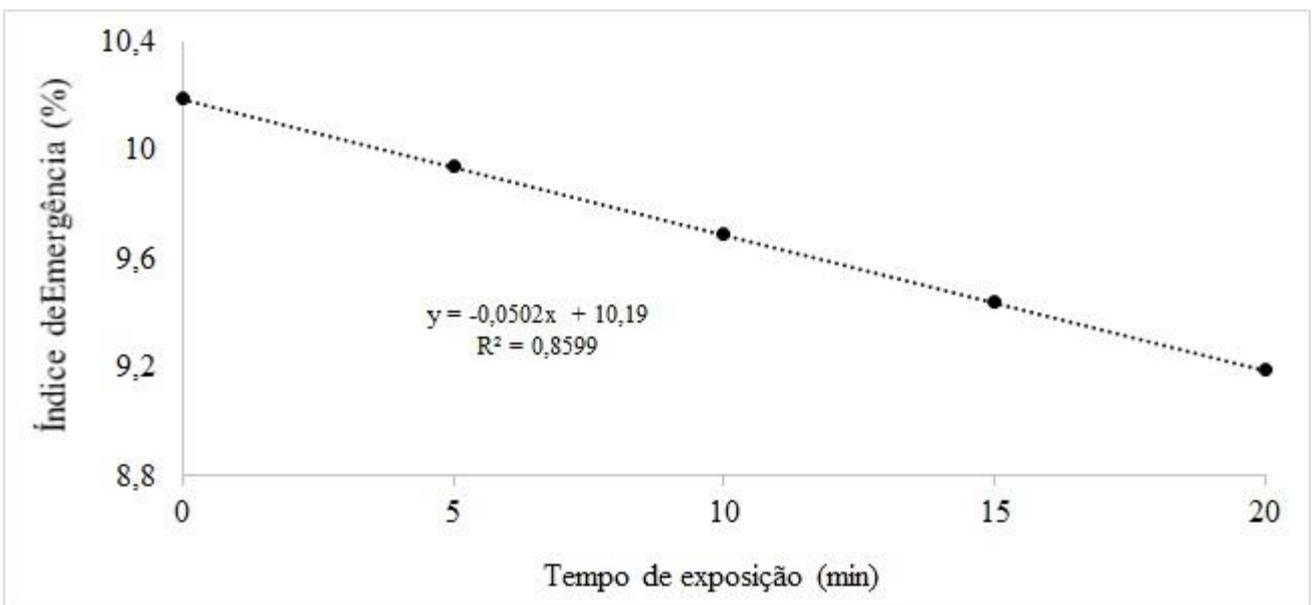


FIGURA 8: Efeito do tratamento do óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*) sobre as sementes de milho-pipoca na variável índice de velocidade de emergência em areia.

São poucos os estudos que relatam os efeitos de óleos essenciais na germinação e vigor de sementes. Alguns trabalhos verificaram efeitos positivos dos óleos na germinação, outros demonstram efeitos alelopáticos e há estudos em que não se observam diferenças significativas (Santos, 2014). De acordo com o tratamento controle, é possível afirmar que as sementes estão com seu vigor alto, com valores germinativos acima do padrão mínimo exigido pela legislação para milho-pipoca variedade (85%) (Brasil, 2009). Portanto, a fumigação com óleo essencial de eucalipto-lima afetou a emergência e o IVE das plântulas de milho-pipoca.

A exposição das sementes ao eucalipto-lima ao longo do tempo de fumigação resultou em menor comprimento total de plântula quando comparado ao tratamento controle, 22,17 cm e 31,05 cm, respectivamente (Figura 9).

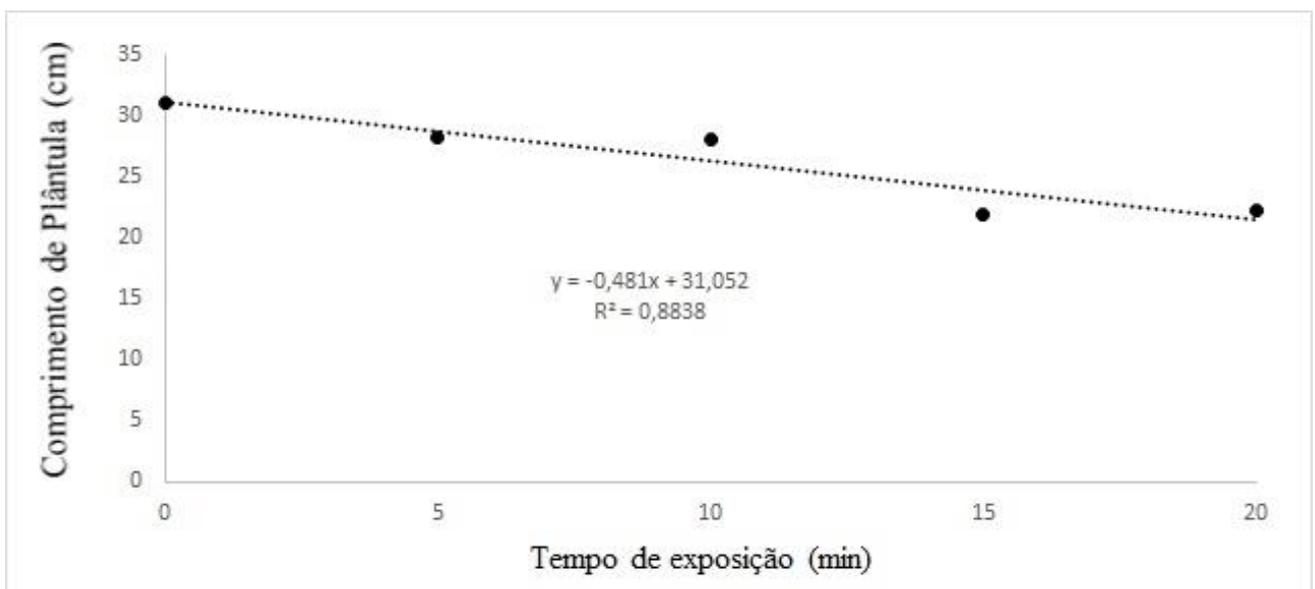


FIGURA 9: Efeito do tratamento do óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*) sobre as sementes de milho-pipoca na variável comprimento total de plântula.

Ainda que haja um amplo uso de óleos essenciais na agricultura sustentável, sua composição pode apresentar substâncias como mono e sesquiterpenos que podem interferir negativamente nos processos fisiológicos das plantas (Biasi & Deschamps, 2009), demonstrando a importância da realização de estudos dos efeitos desses compostos vegetais sobre a germinação e crescimento de plântulas.

O comprimento de raiz de plântulas tratadas com o óleo de eucalipto-lima foi significativo para regressão linear (Figura 10). O aumento no tempo de fumigação a este óleo causou a redução no comprimento de raiz das plântulas. O tratamento controle apresentou a média de 26,1 cm, e a exposição ao eucalipto-lima, 18,1 cm.

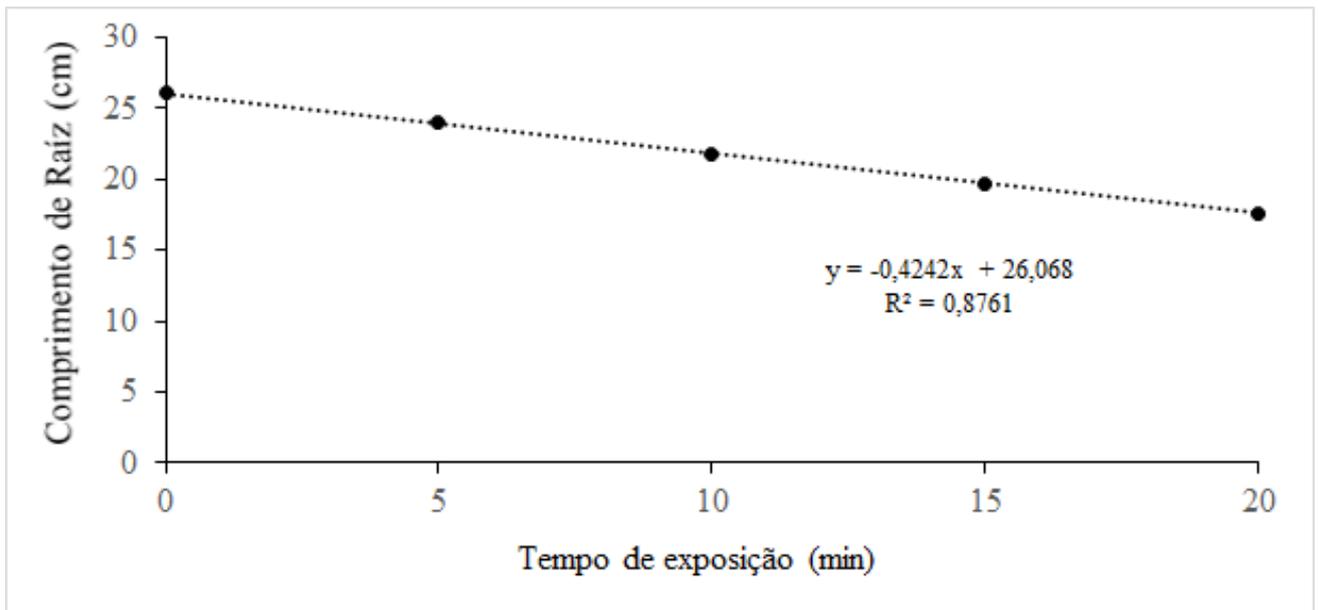


FIGURA 10: Efeito do tratamento do óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*) sobre as sementes de milho-pipoca na variável comprimento de raiz.

Em trabalho desenvolvido por Brito et al. (2012), os tratamentos com eucalipto-lima e citronela não influenciaram o comprimento de raiz das plantas de milho.

Para o tratamento das sementes com o óleo essencial de citronela foi observado o modelo de regressão quadrática na variável massa fresca (Figura 11) e de regressão cúbica na variável massa seca (Figura 12).

O tempo de 9,77 minutos de fumigação com citronela promoveu maior massa fresca de plântulas de milho-pipoca, 23,4 g, proporcionando um aumento de 73,1% em relação ao tratamento controle (Figura 11).

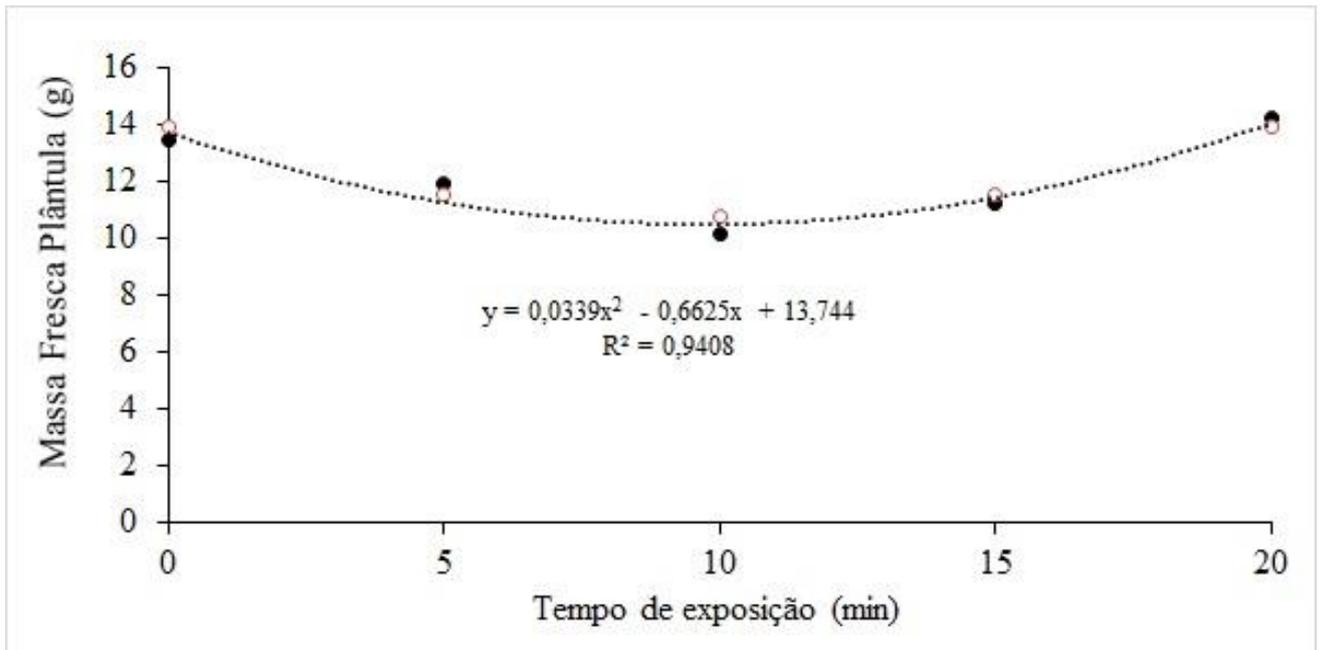


FIGURA 11: Efeito do tratamento do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) sobre as sementes de milho-pipoca na variável massa fresca de plântulas.

A exposição ao óleo de citronela no tempo 15,55 minutos incrementou a massa seca das plântulas (Figura 12), aumentando em 7,1% em MS em comparação ao tratamento controle.

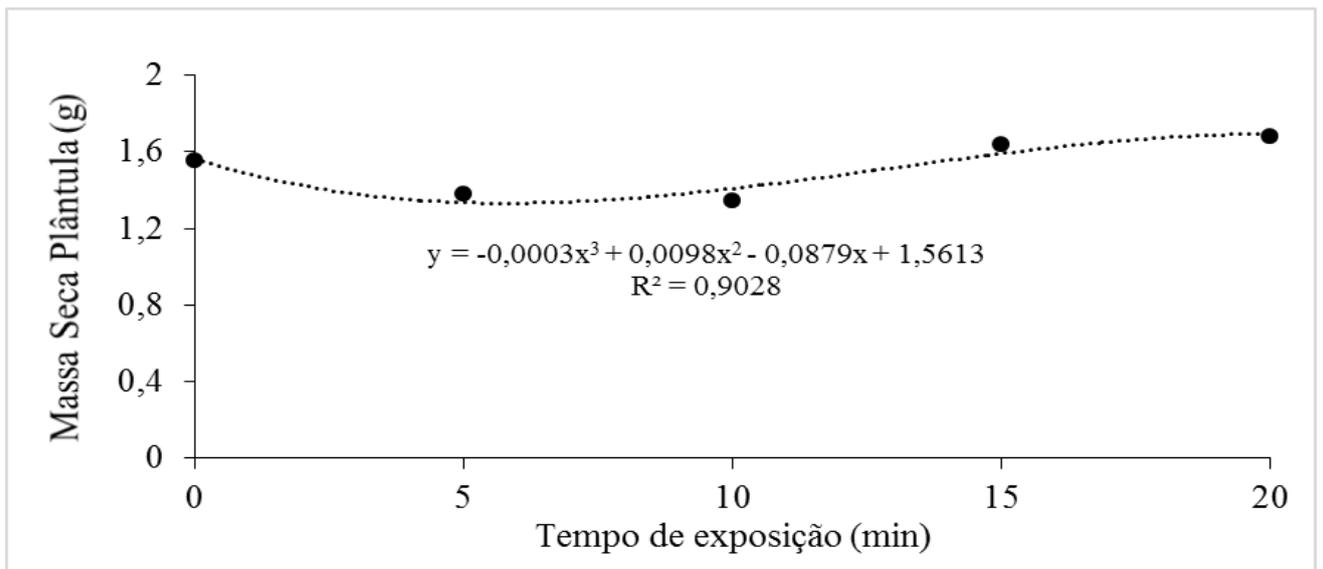


FIGURA 12: Efeito do tratamento do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) sobre as sementes de milho-pipoca na variável massa seca de plântulas.

Segundo Souza (2003), a avaliação da massa seca de plântulas representa o parâmetro mais importante em estudos em que se busca verificar a eficiência de determinadas variáveis sobre o desenvolvimento e crescimento vegetal. Estes fatores indicam a eficiência da planta na formação de tecidos. Componentes dos metabólitos secundários das plantas podem atuar no desenvolvimento e crescimento de vegetais (Taiz & Zeiger, 2009).

O comprimento de coleóptilo das plântulas de milho-pipoca foi significativo para regressão linear no tratamento com óleo essencial de citronela (Figura 13).

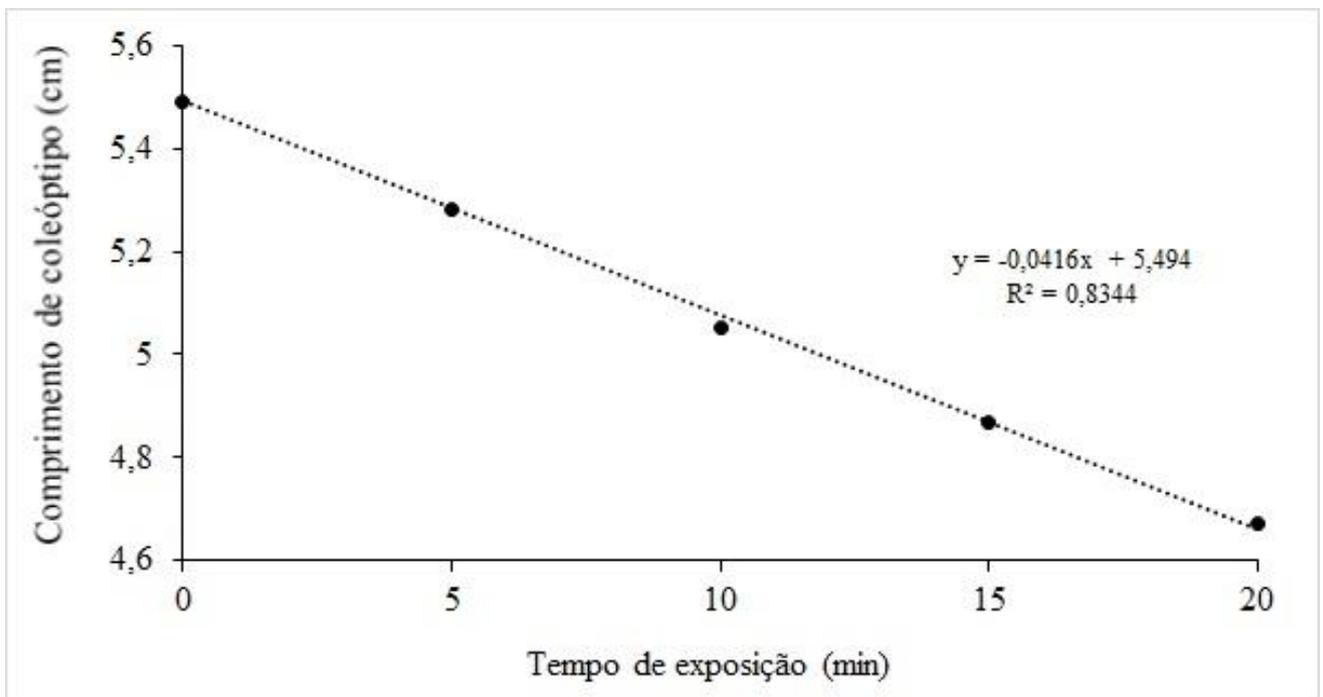


FIGURA 13: Efeito do tratamento do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) sobre as sementes de milho-pipoca na variável comprimento de coleóptilo.

O aumento no tempo de exposição do óleo de citronela sobre as sementes conferiu menor comprimento de coleóptilo das plântulas (4,76 cm) ao se comparar com o tratamento controle (5,48 cm). Esse resultado difere do encontrado por Brito et al. (2012), onde verificaram que o comprimento de parte aérea de plântulas de milho foi maior que o da testemunha quando tratadas com óleos essenciais de *C. citriodora* e *C. nardus*.

4 CONCLUSÕES

A fumigação com óleo essencial de eucalipto-lima (*Corymbia citriodora*) proporcionou maiores porcentagens de sementes germinadas assintomáticas e não germinadas assintomáticas e, também, reduziu o número de sementes não germinadas sintomáticas em comparação ao tratamento controle. No entanto, o eucalipto-lima afetou negativamente a qualidade fisiológica das sementes de milho-pipoca nas variáveis emergência em areia, índice de velocidade de emergência, comprimento total de plântula e comprimento de raiz. Para o tratamento com citronela (*Cymbopogon nardus*), sua fumigação conferiu maior porcentagem de sementes germinadas assintomáticas e menor porcentagem de sementes germinadas sintomáticas. Sua aplicação incrementou a massa fresca e seca de plântulas de milho-pipoca, porém, causou redução no comprimento de coleóptilo das mesmas.

5 REFERÊNCIAS

- BAKKALI, F. AVERBECK, S. VERBECK, D., IDAOMAR, M. Biological effects os essential oils – a review. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p. 446-475, 2008.
- BARROS, D. I.; NUNES, H. V.; DIAS, D. C. F. BHERING, M. C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.12-16, 2002.
- BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial**. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009.
- BONATO, C. M. Homeopatia na agricultura. In: I ENCONTRO BRASILEIRO DE HOMEOPATIA NA AGRICULTURA, 2009, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Associação Médico Veterinária Homeopática Brasileira, 2009.
- BONNA, T. D. M. M. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. **Pesq. Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.32, n.5, p.411-418, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária- Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; RAMOS, A. C. C. R.; SERTÃO, W. C.; AGUIAR, R. W. S. Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre micoflora e desenvolvimento de plantas de milho. **J. Biotec. Biodivers**, v.3, n.4, p.184-192, 2012.

CARVALHO, C. et al. **Anuário Brasileiro do Milho**. Editora Gazeta Santa Cruz Ltda: Santa Cruz do Sul, 2015. 112p.

COUTINHO, W.M.; ARAUJO, E.; MAGALHAES, F.H.L. Efeitos de extratos de plantas anacardiáceas e dos fungicidas químicos benomyl e captan sobre a microflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.3, p.560-568, 1999.

CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A. Plantas medicinais e alelopatia. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/News/Default.asp?id=300>. Acesso em: 17 de mar. 2016.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em função de sistemas de manejo de solo e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.102-109, 2006.

FLÁVIO, N. S. D. S.; SALES, N. L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.7-20, 2014.

GAMA, J. S. N; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; RÊGO, E. R.; PEREIRA FILHO, T. B.; BARBOSA, R. C.; BEZERRA, A. K. D. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) armazenadas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n. esp., p.175-182, 2012.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000.

HERNANDEZ, A.A.M., ROSAS, R.M., AGUILERA, P. M.M.; LAGUNES, T.A. Use of plant and mineral powders as an alternative for the control of fungi in stored maize grain. **Agrociência**, v.32, p.75-79, 1998.

HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. R.; NOZAKI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.3, p.439-445, 2012.

JUNIOR, S. P. F. JÚNIOR, A. T. A. PEREIRA, M. G. CRUZ, C. D. SCAPIM, C. A. Capacidade combinatória em milho pipoca por meio de dialelo circulante. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.41, n.11, p.1599-1607, 2006.

KRZYANOWSKI, F. C.; NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, v.11, n.3, p.81-84, 2001.

LAZARATTO, M.; GIRARDI, L. B.; MEZZONO, R.; PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Tratamentos Alternativos para o Controle de Patógenos em Sementes de Cedro (*Cedrela fissilis*). **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 4, n.2, p. 75-78, 2009.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138p.

MACHADO, J. C.; SOUZA R. M. Tratamento de sementes de hortaliças para o controle de patógenos: princípios e aplicações. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. 1º ed. Brasília: Embrapa hortaliças, 2009, p.247-272.

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

MORAIS, M.S. **Efeito de dois extratos vegetais sobre o desenvolvimento de *Fusarium oxysporum* e da incidência da murcha em feijão-vagem**. 2004. 48p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.21.

OOTANI, M. A. **Atividade inseticida, antifúngica e herbicida dos óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora* e *Cymbopogon nardus*** . 2010. 121p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2010.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W. S.; MELLO, A. V.; DIDONET, J.; PORTELLA, A. C. F.; NASCIMENTO, I. R. Toxicidade de óleos essenciais de eucalipto e citronela sobre *sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Biosci. J.**, Uberlândia, v.27, n.4, p.609-618, 2011.

OWOLADE, O.F., AMUSA, A.N. & OSIKANLU, Y.O.Q. Efficacy of certain indigenous plant extracts against seed-borne infection of *Fusarium moniliforme* on maize (*Zea mays* L.) in south western Nigeria. **Cereal Research Communications**, v.28, p. 323-27, 2000.

PEREIRA, R. B.; LUCAS, G. C.; PERINA, F. J.; RESENDE, M. L. V.; ALVES, E. Potencial de óleos essenciais para o controle de brown eye spot em plantas de café. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.115-123, 2011.

PEREIRA, R. B.; LUCAS, G. C.; PERINA, F. J.; ALVES, E. Óleos essenciais para o controle de ferrugem em plantas de café. **Ciência e Agrotecnologia**, v.36, n.1, p.16-24, 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

RINALDI, D. A.; PÍPOLO, V. C.; GERAGE, A. C.; RUAS, C. F.; JÚNIOR, N. S. F.; SOUZA, A.; SOUZA, G. H.; GARBUGLIO, A. S. Correlação entre heterose e divergência genética estimadas por cruzamentos dialélicos e marcadores moleculares rapd em populações de milho-pipoca. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.183 – 192, 2007.

RUFFATO, S. CORRÊA, P. C. MARTINS, J. H. MANTOVANI, B. H. M. SILVA, J. N. Efeito das condições de colheita, pré-processamento e armazenamento na qualidade do milho-pipoca. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.3, p.591 – 597, 2000.

SANTOS, P. L. **Efeito de óleos essenciais sobre o fungo *Phomopsis sojae* e a**

qualidade fisiológica de sementes de soja. 2014. 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v.53, n.2, p.11-13, 2001.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Floresta**, v.30, n.1/2, p.129-137, 2000.

SIANI, A.C. et al. Óleos essenciais: potencial antiinflamatório. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.16, p.38-43, 2000.

SIMON, G. A. SCAPIM, C. A. PACHECO, C. A. P. PINTO, R. J. B. BRACCINI, A. L. TONET, A. Depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.1, p.55 – 62, 2004.

SOUZA, L. A. B. **Seleção de fungos ectomicorrízicos eficientes para promoção do crescimento de *Eucalyptus dunnii* Maiden.** 2003. 100p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

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.3/4, p. 29-38, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VENTUROSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; SOUZA, F. R. Inibição do crescimento *in vitro* de fitopatógenos sob diferentes concentrações de extratos de plantas medicinais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.1, p.89-95, 2011.

WANDER, A. E.; RAMALHO, M. A. P.; ANDRADE, M. J. B. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais.** Disponível em:

<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/autores.htm#autores>. Acesso em: 17 de mar. 2015.

ZIEGLER, K. E.; ASHMAN, B. Popcorn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. Iowa: CRC, 1994. p. 189-223.