

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ARIADNE WAURECK

INTERFERÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NOS  
PARÂMETROS FISIOLÓGICO E SANITÁRIO DE SEMENTES ORGÂNICAS DE  
ALFACE E COENTRO DURANTE O ARMAZENAMENTO

PONTA GROSSA - PR

2019

ARIADNE WAURECK

INTERFERÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NOS  
PARÂMETROS FISIOLÓGICO E SANITÁRIO DE SEMENTES ORGÂNICAS DE  
ALFACE E COENTRO DURANTE O ARMAZENAMENTO

Tese apresentada para obtenção do título de doutora  
na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de  
Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Dionisia da Luz Coelho  
Novembre.

PONTA GROSSA – PR

2019

W354 Waureck, Ariadne  
Interferência da utilização de óleos essenciais nos parâmetros fisiológico e sanitário de sementes orgânicas de alface e coentro durante o armazenamento. / Ariadne Waureck. Ponta Grossa, 2019.  
123 f.

Tese (Doutorado em Agronomia - Área de Concentração: Agricultura),  
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre.

1. Coriandrum sativum. 2. Lactuca sativa. 3. Germinação. 4. Vigor. 5.  
Sanidade. I. Novembre, Ana Dionisia da Luz Coelho. II. Universidade Estadual de  
Ponta Grossa. Agricultura. III.T.

CDD: 635

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Tese: “**Interferência da utilização de óleos essenciais nos parâmetros fisiológico e sanitário de sementes orgânicas de alface e coentro durante o armazenamento**”.

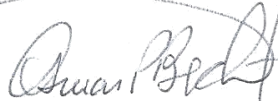
Nome: Ariadne Waureck

Orientador: Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre

Aprovado pela Comissão Examinadora:



Profª Drª Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre



Prof. Dr. Osmar Paulo Beckert



Profª Drª Amanda Regina Godoy Baptistão



Profª Drª Tereza Cristina de Carvalho



Profª Drª Edilaine Maurícia Geffinski Grabicoski

Data da Realização: 05 de Julho de 2019

Dedico a minha família

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me proporcionar força nos momentos difíceis.

À minha família, em especial ao meu marido Rodrigo Pereira Leite pelo apoio, compreensão e ajuda fornecida principalmente durante os momentos mais difíceis e por sempre me incentivar a prosseguir e superar as dificuldades encontradas pelo caminho.

A minha orientadora, Dra. Ana Dionisia L. C. Novembre, pela compreensão, dedicação e pelos ensinamentos fornecidos.

Ao programa de pós graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Aos professores Dr. Osmar Paulo Beckert, Dra. Amanda Regina Godoy Baptistão e Dra. Tereza Cristina de Carvalho por estarem sempre presentes quando precisei e pela ajuda fornecida durante minha trajetória acadêmica.

Aos professores do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa e aos da pós graduação em Agronomia.

Aos amigos que me ajudaram durante essa caminhada, principalmente a Franciele, Hágata e Luis Miguel.

As laboratoristas do F 26, Zima e Luciane pelo auxílio fornecido durante o trabalho.

Ao Centro de Pesquisa Mokiti Okada, pelo fornecimento das sementes.

A Suzi pelo carinho, amor e companheirismo que ela proporciona em minha vida.

A CAPES pela concessão da bolsa e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

A persistência é o caminho do êxito.  
(Charles Chaplin)

## RESUMO

WAURECK, Ariadne. **Interferência da utilização de óleos essenciais nos parâmetros fisiológico e sanitário de sementes orgânicas de alface e coentro durante o armazenamento.** 2019. 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2019.

A produção de sementes orgânicas requer técnicas específicas, ainda não determinadas, como, por exemplo, as relacionadas ao controle fitossanitário. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar, para as sementes orgânicas de alface e de coentro, as aplicações dos óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), gengibre (*Zingiber officinale*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L. L}^{-1}$ , além do controle. A qualidade destas sementes foi determinada por meio dos parâmetros físico (teor de água), fisiológico (germinação e vigor) e sanitário, logo após a aplicação dos óleos essenciais e até os 180 dias de armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (6x5) com quatro repetições. Para as sementes de alface, as aplicações de 500  $\mu\text{L. L}^{-1}$  dos óleos de alecrim, gengibre e melaleuca, não interferiram significativamente na germinação, mas também essa concentração não foi eficiente para reduzir a incidência de *Alternaria* sp. e *Cladosporium* sp. Já, os demais óleos causaram redução significativa de germinação e vigor. Além disso, o aumento da concentração dos óleos, principalmente os de cravo e de capim-limão, interferiu negativamente nos resultados da germinação e do vigor. Para as sementes de coentro, independente do óleo essencial utilizado, o aumento da concentração do óleo causou redução linear da germinação. Portanto, para as sementes de alface não é viável a utilização dos óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, gengibre, eucalipto e melaleuca, nas concentrações testadas. Já, para as sementes de coentro, há possibilidade de utilizar os óleos essenciais de cravo e de alecrim (até 500  $\mu\text{L. L}^{-1}$ ) para reduzir a incidência de *Alternaria* sp., sem causar redução significativa da germinação.

**Palavras-chave:** *Coriandrum sativum*. *Lactuca sativa*. Germinação. Vigor. Sanidade.



## ABSTRACT

WAURECK, Ariadne. **Interference of the use of essential oils in the physiological and sanitary parameters of organic seeds of lettuce and coriander during storage.** 2019. 123 f. Thesis (Doctorate in Agronomy) - State University of Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2019.

The production of organic seeds requires specific techniques, not yet determined, such as those related to phytosanitary control. Therefore, the aim of this study was to evaluate, for organic seeds of lettuce and coriander, applications of essential oils of clove (*Eugenia caryophyllus*), lemon grass (*Cymbopogon citratus*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), ginger (*Zingiber officinale*) and melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), at concentrations of 500, 1,000, 1,500 and 2,000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ , in addition to the control. The quality of these seeds was determined by physical (water content), physiological (germination and vigor) and sanitary parameters, after the application of the essential oils and up to 180 days of storage. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme (6x5) with four replications. In the seeds of lettuce, the applications of 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  of rosemary, ginger and melaleuca oils did not significantly interfere with germination, but this concentration was not efficient to reduce the incidence of *Alternaria* sp. and *Cladosporium* sp. Already, the other oils caused a significant reduction of germination and vigor. The increase in the concentration of oils, especially clove and lemon grass, negatively interfered in the germination and vigor results. For the coriander seeds, regardless of the essential oil used, with the increase of the oil concentration, there was a linear reduction of the germination. So it is not feasible to use the essential oils of clove, lemon grass, rosemary, ginger, eucalyptus and melaleuca, in concentrations, for lettuce seeds. Already for coriander seeds, it is possible to use essential oils of rosemary, and clove (to 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ ) to reduce the incidence of *Alternaria* sp., Without causing significant reduction in germination.

**Keywords:** *Coriandrum sativum*. *Lactuca sativa*. Germination. Vigor. Sanity.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 2. 1 - Análise de regressão da primeira contagem de germinação (%) de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018..... 45
- Figura 2. 2 - Análise de regressão da germinação de sementes de alface aos 7 dias após semeadura (%) submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018..... 49
- Figura 2. 3 - Análise de regressão do Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018..... 51
- Figura 2. 4 - Análise de regressão do índice de emissão de raízes (IER) de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018..... 54
- Figura 2. 5 - Análise de regressão da emergência das plântulas de alface (%) submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. .... 56

Figura 2. 6 - Análise de regressão do índice de velocidade da emergência (%) de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. ....	59
Figura 2. 7 - Análise de regressão da incidência de <i>Cladosporium</i> sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. ....	62
Figura 2. 8 - Incidência de <i>Alternaria</i> sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. ....	65
Figura 3. 1 - Análise de regressão da primeira contagem de germinação (%) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. ....	81
Figura 3. 2 - Análise de regressão da germinação (%) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. ....	83
Figura 3. 3 - Análise de regressão do índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita	

	(A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	86
Figura 3. 4 -	Análise de regressão do índice de emissão de raízes (IER) de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	89
Figura 3. 5 -	Análise de regressão da emergência (%) das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. ....	92
Figura 3. 6 -	Análise de regressão do índice de velocidade da emergência das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	94
Figura 3. 7 -	Análise de regressão do comprimento total (CT) de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. ....	98
Figura 3. 8 -	Análise de regressão da incidência de <i>Cladosporium</i> sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	101

Figura 3. 9 - Análise de regressão da incidência de <i>Alternaria</i> sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D). Ponta Grossa – PR, 2017/2018. ....	104
Figura 3. 10 - Análise de regressão da incidência de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	107

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1 - Análise de cromatografia gasosa dos óleos essenciais de cravo ( <i>Eugenia caryophyllus</i> ), capim-limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> ), alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), gengibre ( <i>Eucalyptus globulus</i> ) e melaleuca ( <i>Melaleuca alternifolia</i> ).....	38
Tabela 2. 2 - Resumo da análise de variância dos resultados relacionados às sementes de alface, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	43
Tabela 2. 3 - Resultados da primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de alface, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	44
Tabela 2. 4 - Germinação (%) de sementes de alface aos 7 dias após a semeadura, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	47
Tabela 2. 5 - Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	50
Tabela 2. 6 - Índice de emissão de raízes (IER) de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l}$	

	L <sup>-1</sup> e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	52
Tabela 2. 7 -	Emergência das plântulas de alface, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 µl L <sup>-1</sup> e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	55
Tabela 2. 8 -	Índice de velocidade da emergência (%) de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 µl L <sup>-1</sup> e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	57
Tabela 2. 9 -	Incidência de <i>Cladosporium</i> sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 µl L <sup>-1</sup> e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	61
Tabela 2. 10 -	Incidência de <i>Alternaria</i> sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 µl L <sup>-1</sup> e tratamento controle na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	64
Tabela 2. 11 -	Incidência de <i>Alternaria</i> sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 µl L <sup>-1</sup> aos 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	64
Tabela 3.1 -	Análise de cromatografia gasosa dos óleos essenciais de cravo ( <i>Eugenia caryophyllus</i> ), capim-limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> ), alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), gengibre ( <i>Eucalyptus globulus</i> ) e melaleuca ( <i>Melaleuca alternifolia</i> ).....	73
Tabela 3. 2 -	Resumo da análise de variância de sementes de coentro, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto,	

gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	78
Tabela 3. 3 - Primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle, na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	79
Tabela 3. 4 - Primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de coentro, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle, 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	79
Tabela 3. 5 - Germinação (%) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle, pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	82
Tabela 3. 6 - Índice de velocidade de germinação de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	84
Tabela 3. 7 - Índice de velocidade de germinação de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	85
Tabela 3. 8 - Índice de emissão de raízes (IER) de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	87



Tabela 3. 9 - Índice de emissão de raízes e análise de regressão de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	88
Tabela 3. 10 - Emergência (%) das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	90
Tabela 3. 11 – Emergência das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ , e tratamento controle 60 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	91
Tabela 3. 12 - Índice de velocidade da emergência das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	93
Tabela 3. 13 - Índice de velocidade da emergência das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ , e tratamento controle 60 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	93
Tabela 3. 14 - Comprimento de parte aérea (CPA), raiz (CR) e total (CT) de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	96
Tabela 3. 15 - Incidência de <i>Cladosporium</i> sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto,	

	gingibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	100
Tabela 3. 16 -	Incidência de <i>Alternaria</i> sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita. Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	102
Tabela 3. 17 -	Incidência e análise de regressão de <i>Alternaria</i> sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle aos 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	103
Tabela 3. 18 -	Incidência de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	105
Tabela 3. 19 -	Incidência de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 $\mu\text{l L}^{-1}$ e tratamento controle, 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.....	106

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
1.1 CULTURA DA ALFACE .....	20
1.2 CULTURA DO COENTRO .....	21
1.3 PRODUÇÃO ORGÂNICA DE SEMENTES .....	21
1.4 QUALIDADE DAS SEMENTES DE HORTALIÇAS .....	23
1.5 ÓLEOS ESSENCIAIS E QUALIDADE DE SEMENTES.....	26
<b>CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS FISIOLÓGICO E SANITÁRIO DE SEMENTES ORGÂNICAS DE ALFACE TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS DURANTE O ARMAZENAMENTO.</b> .....	33
2.1 INTRODUÇÃO .....	35
2.2 METODOLOGIA .....	37
2.2.1 Determinação do teor de água.....	38
2.2.2 Avaliações do Parâmetro Fisiológico .....	39
2.2.3 Teste de Germinação (G).....	39
2.2.4 Primeira Contagem do Teste de Germinação (PCG) .....	39
2.2.5 Índice de Velocidade de Germinação (IVG) .....	39
2.2.6 Índice de Emissão de Raízes (IER).....	40
2.2.7 Emergência da Plântula (EP) .....	40
2.2.8 Índice de Velocidade de Emergência da Plântula (IVEP).....	40
2.2.9 Avaliação do Parâmetro Sanitário.....	41
2.2.10 Análise Estatística .....	41
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
2.4 CONCLUSÕES .....	67
<b>CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS FISIOLÓGICO E SANITÁRIO DE SEMENTES ORGÂNICAS DE COENTRO TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS DURANTE O ARMAZENAMENTO.</b> .....	68
3.1 INTRODUÇÃO .....	70

3.2 METODOLOGIA .....	72
3.2.1 Determinação do teor de água.....	73
3.2.2 Teste de germinação (G).....	74
3.2.3 Primeira contagem do teste de germinação (PCG) .....	74
3.2.4 Índice de velocidade de germinação (IVG) .....	74
3.2.5 Índice de emissão de raízes (IER).....	74
3.2.6 Emergência da plântula (EP) .....	75
3.2.7 Índice de velocidade de emergência da plântula.....	75
3.2.8 Comprimento da plântula .....	75
3.2.9 Avaliação do Parâmetro Sanitário.....	76
3.2.10 Análise Estatística .....	76
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	77
3.4 CONCLUSÕES .....	108
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>

## INTRODUÇÃO

As técnicas agronômicas são essenciais para a produção de sementes orgânicas e requerem procedimentos específicos como, por exemplo, a utilização de óleos essenciais, para disponibilizar alternativas para prevenir e, ou, controlar os microrganismos das sementes. No sistema de produção orgânica não são recomendados produtos químicos para o controle dos patógenos associados às sementes.

A utilização de óleos essenciais no sistema orgânico de produção de sementes é viável e primordial para o controle de patógenos, pois, pode conservar os aspectos sanitários das sementes, viabilizar a produção, agregar valor ao produto final e atender as exigências do mercado de produção orgânica.

Os óleos essenciais são misturas complexas, constituídos de diversas classes de substâncias, principalmente, por terpenos, tais como: mircenos, limoneno, pineno, linalol, entre outros. Essas substâncias são parte do metabolismo secundário das plantas, agindo na proteção contra patógenos, além de proporcionar menor risco de contaminação do ambiente e dos alimentos causados pelos produtos químicos (XAVIER et al., 2012).

A associação entre as interferências dos produtos aplicados nas sementes e o armazenamento é também fundamental para a produção de qualquer tipo de semente, uma vez que a inadequação dessa associação inviabiliza a manutenção da qualidade das sementes.

Os óleos essenciais têm potencial para o controle dos patógenos associados às sementes de alface e de coentro, durante o armazenamento. Nesse período pode ocorrer deterioração das sementes principalmente devido à presença de fungos. Além disso, o inóculo presente na semente também pode resultar em aumento progressivo de uma dada doença, reduzindo o valor comercial da cultura, interferindo na germinação e no estabelecimento da plântula em campo.

Porém, dependendo da substância e da concentração utilizada do óleo essencial, poderá haver interferência negativa na germinação, no vigor e no controle dos microrganismos.

Desta forma, as pesquisas relacionadas à aplicação dos óleos essenciais nas sementes de alface e de coentro são fundamentais, para determinar o controle dos microrganismos e a interferência da aplicação nos demais parâmetros de qualidade destas sementes, e possibilitar a produção das sementes orgânicas.

## CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. 1 CULTURA DA ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família Asteraceae é uma hortaliça folhosa originária da região do Mediterrâneo, sendo considerada a hortaliça folhosa mais importante e mais consumida no mundo (SALA; NASCIMENTO, 2014).

No Brasil, é a principal hortaliça consumida. A produção de sementes de alface é inferior apenas às de melancia e tomate. A alface anualmente, em média, corresponde a R\$ 8 bilhões de vendas no varejo, com uma produção superior a 1,5 milhões de toneladas por ano (ABCSEM, 2016).

Sua produção se dá principalmente em cinturões verdes próximos aos grandes centros consumidores por causa da perecibilidade no período pós-colheita, devido ao seu alto teor de água e à área foliar (SANTOS et al., 2001). A alface é uma razoável fonte de vitaminas e sais minerais, cujo aproveitamento pelo organismo é favorecido por ser consumida crua, e destacando-se pelo teor em pró-vitamina A. A planta é herbácea, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas (CAETANO et al., 2001).

Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma "cabeça", com cores em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar. O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25 cm de solo, quando a cultura é transplantada (FILGUEIRA, 2008).

A inflorescência é uma panícula constituída por diversos botões florais denominados de capítulos, sendo cada capítulo composto por 10 a 25 floretes. O florete apresenta uma única pétala amarela, envolvida por brácteas imbricadas que formam um involúcro. O estilete é bifurcado no ápice e o ovário contém um único óvulo; que posteriormente dá origem a uma única semente. A antese ocorre pela manhã e cada flor se abre apenas uma vez, garantindo a autofecundação e conferindo à planta a autogamia por cleistogamia (RYDER, 1999).

O florescimento se dá sob dias longos e temperaturas altas. Já, condições ambientais de temperaturas amenas e dias curtos favorecem a fase vegetativa do ciclo (FILGUEIRA, 2008). A temperatura ideal para o desenvolvimento é entre 15,5 e 18,3 °C, apesar de tolerar faixas entre 26,6 a 29,4 °C, por alguns dias, desde que as temperaturas noturnas sejam baixas. O fruto é um aquênio, cuja semente está ligada ao fruto pela região do funículo desenvolvido a partir do ovário, com um único óvulo (SALA; NASCIMENTO, 2014). Sua maturação

fisiológica é em média 12 dias após a antese do florete. Uma planta de alface pode produzir até 20 gramas de aquênios, dependendo do período do florescimento e do tipo varietal (SALA; COSTA, 2005).

## 1.2 CULTURA DO COENTRO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) pertence à família Apiaceae, originário dos continentes Europeu e Africano é uma hortaliça muito apreciada, e é uma planta condimentar largamente utilizada no Brasil (Nascimento et al., 2006; 2014), se tornando uma cultura de grande importância sócio-econômica, pois grande número de produtores está envolvido com a sua exploração durante todo o ano (PEREIRA; MUNIZ; NASCIMENTO, 2005).

De aroma e sabor intenso muito característico é considerada uma hortaliça folhosa muito utilizada na culinária brasileira, em especial nas regiões Norte e Nordeste (Filgueira, 2008) onde há condições climáticas favoráveis para o cultivo durante todo o ano, já que é uma espécie de clima quente, intolerante a baixas temperaturas. Atualmente, seu cultivo e uso estão se tornando populares também em outras regiões do país, como na região Sul. É fonte de Ca (188 mg/100g), Fe (3mg/100g), Vitamina C (75mg/ 100g) e Pró-vitamina A e ter propriedades antioxidantes (MELO et al., 2003; WANDERLEY JUNIOR; NASCIMENTO, 2010).

Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas - ABCSEM (2016) o coentro é a 2ª hortaliça de folhas produzida no país. É uma espécie alógama e o fruto é um diaquênio ovoide, globuloso, com 2 a 4 mm de diâmetro, com duas sementes (NASCIMENTO et al., 2014). Problemas com baixa germinação, vigor de sementes e doenças são uma constante na cultura e os estudos realizados a esse respeito ainda são escassos. A planta tem o ciclo vegetativo entre 60 e 80 dias, no entanto, o início da colheita das folhas é a partir dos 40 dias da sementeira e as sementes podem ser colhidas aos 150 dias após a sementeira (MELO et al., 2003).

## 1.3 PRODUÇÃO ORGÂNICA DE SEMENTES

A comercialização e a recomendação do manejo de produtos orgânicos no Brasil foram aprovadas pela Lei 10.831/2003 (BRASIL, 2003). Com a crescente procura desses produtos a lei foi um importante dispositivo legal para assegurar a diferenciação dos

alimentos advindos de sistemas orgânicos de produção e para abrir novos mercados diferenciados.

A Lei nº 10.831, sancionada em 23 de dezembro de 2003, considera em seu artigo 1º “sistema orgânico de produção agropecuária é todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente” (BRASIL, 2003).

De acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 46 de 6 de outubro de 2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, as sementes e mudas para o sistema orgânico deverão ser oriundas de sistemas orgânicos, ficando ainda proibida a utilização de sementes e mudas não obtidas em sistemas orgânicos de produção a partir de 19 de dezembro de 2013 (BRASIL, 2011).

Porém, no Brasil, parte do cultivo orgânico de hortaliças é com sementes convencionais, uma vez que o mercado não dispõe ainda de sementes orgânicas em quantidade e com a qualidade suficiente para atender a demanda. Por este motivo, a IN nº 46, que prevê a obrigatoriedade da utilização da semente ou muda para o cultivo das plantas no sistema orgânico, foi prorrogada. Nascimento, Vidal e Resende (2011) afirmaram que o Brasil importa a maioria das sementes orgânicas que utiliza.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006) apenas 1,8% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros praticam a agricultura orgânica, destacando os mercados das hortaliças e das flores.

Segundo dados da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças-ABCSEM (2016) a produção de hortaliças folhosas no Brasil corresponde a 16% da produção total brasileira e de condimentares, 6,2%.

No Brasil, a região Nordeste é responsável por 78% da produção brasileira de coentro, comprovando ser uma cultura geradora de emprego e renda para a agricultura familiar (NASCIMENTO et al., 2014).



Poucas pesquisas são relacionadas a esta hortaliça, incluindo a tecnologia adequada para sua produção. Além disto, há escassez de informações sobre a produção e a comercialização de coentro.

Atualmente, o mercado de produtos orgânicos está em pleno crescimento, porém, a produção de sementes orgânicas ainda é limitante. Haverá dificuldade para a adequação das empresas que comercializam e produzem sementes ao prazo estipulado pelo governo, sendo necessário fortalecer e ampliar a pesquisa no campo de produção de sementes orgânicas, garantindo qualidade, diversidade e disponibilidade para o consumidor (LIMA et al., 2014).

#### 1.4 QUALIDADE DAS SEMENTES DE HORTALIÇAS

A necessidade de determinar a qualidade das sementes surgiu na Europa em consequência dos problemas constatados na comercialização. A Legislação Brasileira (Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003), define a semente como material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente da reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica para semeadura (BRASIL, 2003).

Carvalho e Nakagawa (2000) consideraram que a qualidade das sementes é fundamental para a eficiência do cultivo de espécies de interesse econômico, pois possibilita a adequada germinação da semente e emergência da plântula em campo, com reflexos diretos na produtividade.

A utilização de sementes com qualidade diferenciada é fundamental, a fim de que sejam evitados problemas com o estande, a disseminação de doenças e a deterioração das sementes no armazenamento, entre outros. Porém, para a obtenção de sementes de qualidade, há necessidade que todo o processo produtivo seja eficiente, com o controle das ações durante a produção em campo, a colheita, o transporte, o beneficiamento e o armazenamento.

Segundo Marcos Filho e Novembre (2009) os componentes da qualidade das sementes (genético, físico, fisiológico e sanitário) apresentam importância equivalente, mas os atributos fisiológicos são os mais pesquisados, pois o estabelecimento da plântula e o início do desenvolvimento da cultura geralmente provocam o primeiro impacto como indicadores visíveis do desempenho da semente. Segundo os mesmos autores, a emergência rápida e uniforme e o consequente estabelecimento constituído por plântulas vigorosas representam condição essencial para assegurar a formação de plantas bem desenvolvidas e uniformes, contribuindo para aumentar o rendimento final e a qualidade do cultivo.

Os componentes fisiológicos das sementes são representados pela germinação e vigor. A germinação das sementes em teste de laboratório representa a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando a aptidão para produzir uma planta normal em condições favoráveis (BRASIL, 2009). Já, o vigor das sementes compreende as propriedades da semente que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais, em ampla diversidade de condições de ambiente (AOSA, 2009).

Nesse sentido, vários fatores podem afetar a germinação e o vigor das sementes de hortaliças, tais como, genótipo, fatores ambientais, secagem, embalagem, armazenamento e patógenos associados as sementes (MARCOS FILHO; NOVENBRE 2009; MARCOS-FILHO, 2015).

O parâmetro sanitário é um dos fatores importantes a ser considerado no processo de produção de sementes, pois os microrganismos podem causar anormalidades e lesões nas plântulas, bem como a deterioração de sementes, interferindo na germinação e no estabelecimento das plântulas em campo.

Segundo Machado e Souza (2009) a associação dos patógenos com as sementes de hortaliças restringe o aumento da produção e melhoria de qualidade destas plantas.

Para Dhingra (2005), todos os organismos fitopatogênicos podem ser transportados pelas sementes, sendo que o grupo dos fungos é o mais numeroso e importante. Os fungos são considerados os principais, por serem mais ativos e terem habilidade de penetrar diretamente nos tecidos vegetais.

Muitos patógenos podem estar associados às sementes de alface e coentro, principalmente *Alternaria* sp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Bremia lactucae*, *Septoria lactucae* nas sementes de alface e *Colletotrichum gloesporioides*, *Alternaria* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* nas sementes de coentro, podendo influenciar na sua qualidade fisiológica (LOPES et al., 2005; MACHADO; SOUZA, 2009; NASCIMENTO et al., 2014, SALA; NASCIMENTO, 2014).

As sementes de coentro são excelentes para a disseminação de *Alternaria* sp., fungo que pode causar prejuízos no estabelecimento das plantas e também causar a doença chamada queima das folhas. Reis et al. (2006), em um estudo realizado com 12 lotes de coentro de diferentes cultivares detectaram a presença de *Alternaria dauci* e *Alternaria alternata* na maioria das sementes e, em alguns, havia mais de 40% de incidência deste patógeno. Segundo

Lopes et al. (2005) o fungo *Alternaria dauci* pode causar perdas de 100% na cultura do coentro.

Nesse sentido, o tratamento das sementes, por meios químico, físico e biológico, é essencial para garantir a sanidade das sementes, pois possíveis contaminações podem causar o aumento progressivo de uma determinada doença no campo (SALA; NASCIMENTO, 2014; NASCIMENTO et al., 2014).

A maioria das sementes de hortaliças comercializadas no Brasil são tratadas com produtos químicos. Porém, nos cultivos orgânicos esses produtos são proibidos, pois são indicados apenas os produtos naturais, isentos de produtos químicos (NASCIMENTO; VIDAL; RESENDE, 2011). Nesse sentido, o uso de óleos essenciais, representa uma medida promissora para a eliminação dos patógenos associados às sementes, principalmente para o sistema orgânico de produção.

A semente, como todo o organismo vivo, deteriora, ou seja, passa por transformações degenerativas que ocorrem após atingir o nível máximo de qualidade. Delouche e Baskin (1973) propuseram a seguinte sequência de transformações, a partir da maturidade fisiológica da semente como a degradação das membranas celulares; a redução da atividade respiratória; redução da velocidade de germinação e do potencial de conservação; das taxas de crescimento e de desenvolvimento e da uniformidade; susceptibilidade às adversidades do ambiente; redução da emergência da plântula em campo; o aumento das anormalidades das plântulas e a morte da semente.

Vários fatores podem afetar a conservação das sementes durante o armazenamento, dentre eles, fatores genéticos, condições de armazenamento, embalagem, qualidade inicial das sementes e os microrganismos, entre outros.

Sementes secas, embaladas hermeticamente e conservadas à baixa temperatura mantém-se viáveis por vários anos (SALA; NASCIMENTO, 2014). Segundo Nascimento et al. (2014) o teor de água das sementes de alface e de coentro durante o armazenamento deve ser 7%, especialmente para as embalagens como as latas ou os sacos aluminizados, Nesta condição as sementes de coentro conservam-se por até 18 meses e as de alface por vários anos, quando armazenadas em câmara fria.

## 1.5 ÓLEOS ESSENCIAIS E QUALIDADE DE SEMENTES

Óleos essenciais são substâncias voláteis naturais das plantas, constituem misturas complexas resultantes da interação entre diferentes classes de compostos, como terpenos, monoterpenos, sesquiterpenos, compostos aromáticos, fenóis, aldeídos, cetonas, alcoois e ésteres (BAKKALI et al., 2008; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os óleos essenciais são utilizados há muitos séculos, principalmente em países orientais como a China e o Japão. A utilização atual começou no século XVIII para a comercialização como compostos aromáticos. São responsáveis por conferir aroma e sabor característico às plantas e estão relacionados à atração de polinizadores, proteção contra insetos e diversas funções necessárias à sobrevivência da planta (LIMA et al., 2003)

Segundo Taiz e Zeiger (2009) os óleos essenciais são repelentes de insetos e são frequentemente encontrados nos vegetais, em tricomas glandulares, que se projetam da epiderme e agem como sinal em relação à toxicidade do vegetal, repelindo potenciais herbívoros, mesmo antes que ataquem as plantas. Esses óleos podem ser extraídos dos vegetais por meio de destilação, por arraste por meio do vapor. Também alguns metabólitos secundários das plantas, presentes nos óleos essenciais podem atuar sobre os microrganismos e no desenvolvimento dos vegetais.

Os óleos essenciais e seus extratos foram avaliados nos últimos anos para uma variedade de propósitos. São considerados produtos naturais, por serem menos tóxicos ao meio ambiente e deixarem menos resíduo sobre os produtos (KAMAZERI et al., 2012). São constituídos por substâncias de baixo peso molecular, geralmente lipofílicas, características que favorecem a penetração na membrana celular. Estudos comprovaram que os óleos essenciais penetram nos tecidos cerca de 100 vezes mais rapidamente que a água (PAWAR; THAKER, 2006).

Vários pesquisadores relataram que a atividade antimicrobiana de um óleo essencial está ligada à sua composição química (CIMANGA et al., 2002). Os grupos funcionais (álcool, fenóis, terpenos e cetonas) de compostos encontrados em plantas (extratos/óleo essencial) estão associados às suas características antimicrobianas (SARTORELLI et al., 2007). Dentre os principais óleos essenciais utilizados na agricultura com propriedades antimicrobianas se destacam os óleos de cravo, capim-limão, eucalipto, gengibre e melaleuca.

O cravo-da-índia pertence à família Myrtaceae e é originário da Indonésia. É atualmente classificado como *Syzygium aromaticum* L., porém também já foi classificado

como *Eugenia caryophyllus*, *Caryophyllus aromaticus* L., *Eugenia caryophyllata* e *Eugenia aromatica* (MAEDA et al., 1990).

Segundo Maeda et al. (1990), a planta do cravo-da-índia, cujo botão floral é a parte da planta utilizada comercialmente é uma especiaria de valor nos mercados mundiais, que tem propriedades anti-sépticas, analgésicas, afrodisíaca, antidiabética, antioxidante, antitumoral, antiúlcera, antimicrobiana e inseticida. É uma planta de porte arbóreo com copa alongada e que pode atingir em média 8-10 metros de altura. Suas folhas possuem características ovais, aromáticas e tem de 7-11 centímetros de comprimento (LORENZI; MATOS, 2008). Os frutos são do tipo drupa, elipsoide, com cor avermelhada. Além disso, a própria árvore pode ser utilizada com fins ornamentais, sendo considerada uma planta tropical (PAOLI et al., 2007).

O óleo essencial de cravo pode ser extraído do caule, das folhas e das flores. É um líquido castanho escuro, com odor e sabor característico. Seu principal constituinte é o composto fenólico eugenol. A concentração de eugenol varia de acordo com a parte do vegetal analisada e a região na qual a planta foi cultivada (AFONSO et al., 2012). Devido suas propriedades antifúngicas, Castro et al. (2016) verificaram que o óleo essencial de cravo-da-índia reduziu significativamente o crescimento fúngico de *Alternaria alternata* e de *Aspergillus niger* (PAWAR; THAKER, 2006).

Originário da Ásia, o capim-limão (*Cymbopogon citratus*) é uma Poaceae perene, conhecida popularmente como capim-cidreira. Apresenta forma densa e vigorosa, com touceiras de aproximadamente 1,2 metros de altura (COSTA et al., 2005). Da planta de capim-limão é extraído o óleo essencial, denominado internacionalmente como “lemon grass”, o qual pode ser utilizado para fins medicinais, para a agricultura, indústria de sabão, sabonete, perfumaria e produtos relacionados. É um líquido amarelo, de odor característico, sabor aromático e ardente que possui altos teores do monoterpeno citral (70-80%) (ROBBINS, 1983; CORREA JUNIOR; MING; SCHEFFER, 1994; MARTINAZZO et al., 2007).

Paralelamente, várias pesquisas tem sido realizadas no sentido de ampliar o conhecimento da composição química do óleo essencial das folhas destas espécies. Estes estudos têm revelado que, embora a composição química do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* varie em função da origem geográfica, os componentes obtidos das folhas e raízes como hidrocarbonetos terpênicos, álcoois, cetonas, ésteres e, principalmente, aldeídos, são constantemente registrados (ALVES; SOUZA, 1960; OLANIYI et al., 1975; HANSON et al., 1976; MATOUSCHEK; STAHL, 1991; CHISOWA; HALL; FARMAN, 1998).

O óleo essencial de capim-limão também possui propriedades inseticidas e antimicrobianas. Os compostos geranial e neral (monoterpenos) presentes no óleo essencial de capim-limão também apresentam efeito antimicrobiano positivo e o mirceno, quando misturado a um destes compostos, reforça este efeito. Diversas espécies do gênero *Cymbopogon* são relatadas como antifúngicas contra patógenos da planta de arroz, especialmente *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium oryzae* (SHIMONI; REUVENI; RAVID 1993). Causa também a inibição do crescimento de *Aspergillus flavus*, um fungo que causa a deterioração alimentar (Mishra; Dubey, 1994), e inibiu totalmente o crescimento micelial e a germinação de esporos de *Didymella bryoniae* (Fiori et al., 2000), fungo hospedeiro de Cucurbitaceae, que compromete a qualidade dos frutos e pode causar a morte da planta.

O alecrim (*Rosmarinus officinalis*) é uma planta perene condimentar, pertencente a família Lamiaceae, nativa da região do Mediterrâneo. É um arbusto perene que atinge até 1,5m de altura. Apresenta folhas pequenas, lineares, coriáceas, aromáticas e flores de cor lilás claro ou branco (LORENZI; MATOS, 2006). As folhas são comumente utilizadas como condimento na culinária, mas também são utilizadas para fins medicinais e tem efeitos inseticida e antimicrobiana. Também tem propriedades estimulante e analgésica (SOLIMAN et al., 1994; AL-SEREITI; ABU-AMER; SEN, 1999; CLEFF et al., 2012; YU; CHOI; CHAE, 2013; RAŠKOVIĆ, et al., 2014).

O óleo essencial de alecrim é um líquido incolor ou amarelo pálido, com odor característico da planta e tem atividade antioxidante e antimicrobiana (RAŠKOVIĆ, et al., 2014). Diferentes cultivares de alecrim e diversas origens genéticas, associadas aos aspectos ambientais de crescimento particulares de cada região, tempo de colheita e o tipo de destilação influenciam a composição química e o rendimento dos óleos essenciais produzidos (SVOBODA; DEANS, 1992).

Estudos prévios do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* determinaram os principais constituintes: 1,8-cineol, cânfora, borneol, acetato de bornila, canfeno,  $\alpha$ -pineno, p-cimeno, mirceno, sabineno,  $\beta$ -felandreno,  $\beta$ -pineno, dipenteno e  $\beta$ -cariofileno (SOLIMAN et al., 1994). Muitas atividades biológicas reportadas para os compostos e extratos de alecrim estão provavelmente relacionadas com a habilidade de reduzir o dano oxidativo, causado por radicais livres no DNA, nas proteínas e nas membranas fosfolipídicas (PÉREZ-FONS et al., 2006).

O eucalipto pertence a família Myrtaceae, e tem origem da Austrália. É uma espécie arbórea, muito utilizada para a fabricação da celulose, como madeira e também para a

obtenção de óleos essenciais, que têm propriedades microbianas e anti-sépticas (PINHEIRO; PINHEIRO; COUTO, 2014).

As plantas das espécies de eucalipto são classificadas como aromáticas e o óleo essencial é de excelente qualidade, composto principalmente dos terpenos citronelal (65-80%), citral (16 a 40%) e cineol (80-90%), dependendo da espécie utilizada (VITTI; BRITO, 2003).

Algumas pesquisas foram feitas para avaliar a utilização do óleo essencial de eucalipto para o controle dos patógenos. Piati, Schneider e Nozaki (2011), testando o controle “in vitro” de *Penicillium* sp. com o óleo essencial de *Eucalyptus globulus*, concluíram que o óleo essencial de *E. globulus* tinha atividade antifúngica sobre o patógeno *Penicillium* sp., tanto na fase vegetativa, por meio do controle do crescimento micelial, quanto na fase reprodutiva, na produção e germinação de esporos.

Steffen, Antonioli e Steffen (2010) observaram que a aplicação do óleo essencial de *Eucalyptus grandis*, nas concentrações de 25 e 50  $\mu\text{L L}^{-1}$ , favoreceu a germinação das sementes de eucalipto e quando utilizado nas concentrações de 30 e 40  $\mu\text{L L}^{-1}$  favoreceu também o desenvolvimento das raízes e da parte aérea das plântulas de eucalipto.

Pereira et al. (2016) verificaram também que o óleo essencial de menta (*Mentha piperita*), nas concentrações de 20 e 30%, foi eficiente para promover a germinação das sementes de *Schinus molle* (aroeira-salsa) e o óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), nas concentrações de 10, 20 e 30%, foi eficiente para o crescimento das plântulas de *S. molle*.

No entanto, Brito et al. (2012) avaliando sementes de milho da cultivar XGN5320, verificaram que o óleo essencial de eucalipto, nas concentrações de 5, 10 e 15%, reduziu a germinação das sementes, demonstrando que é fundamental avaliar a utilização destes óleos por meio de testes de toxicidade, pois estes óleos apresentam alguma atividade biológica e aplicações com concentrações inadequadas causam o desenvolvimento anormal das plantas.

O gengibre (*Zingiber officinale*), pertencente à família Zingiberaceae é originário do sudeste da Ásia. É uma planta herbácea perene, cujo rizoma é amplamente comercializado em função de seu emprego alimentar e industrial, especialmente como matéria-prima para fabricação de bebidas, perfumes e produtos medicinais (DAHLGREN; CLIFFORD; YEO, 1985; CORRÊA JÚNIOR; MING; SCHEFFER, 1994). Do rizoma do gengibre é extraído o óleo essencial (cerca de 1-4%). O rizoma é carnoso, revestido de epiderme rugosa e de cor

pardacenta (DAHLGREN; CLIFFORD; YEO, 1985, CORRÊA JÚNIOR; MING; SCHEFFER, 1994, FRANCO, 1999).

Várias propriedades do gengibre foram comprovadas em experimentos científicos, como anti-inflamatória, antináusea, antimutagênica, antiúlcera, hipoglicêmica, antibacteriana entre outras (NAMAKURA; YAMAMOTO, 1982, CHEEMA et al., 1988, BONE et al., 1990, YOSHIKAWA et al., 1994, ONTENGCO; DAYAP; CAPAL, 1995, UTPALENDU; CHATTOPADHYAY; PRASAD, 1999). De acordo com Franco (1999) e Chen et al. (2008) muitos constituintes de zingiberáceos, substância presente principalmente no óleo essencial de gengibre, foram relatados por suas atividades biológicas como antifúngico, antioxidante, inseticida e antiinflamatório.

Gonçalves, Mattos e Morais (2009) verificaram que o óleo essencial de gengibre possibilitou o controle de patógenos de grãos de soja, o que indica potencial para a utilização como defensivo natural. Também alguns autores verificaram seu efeito sobre bactérias do gênero *Xanthomonas* sp. Assim, Mbega et al. (2012) obtiveram redução de *Xanthomonas perforans* em sementes de *Solanum lycopersicum* com a utilização do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* e Nguetack et al. (2005) de *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* em sementes de *Oryza sativa* com o óleo essencial de *Zingiber officinale*.

A Melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Chell), conhecida comumente como *tea tree*, é uma planta da família Myrtaceae, nativa da costa subtropical do Nordeste australiano muito utilizada por suas propriedades antimicrobiana, antifúngica, antiviral e anti-inflamatória (SILVA et al., 2002). A planta apresenta aspecto longilíneo e folhas longas e pontiagudas que, com a quebra ou maceração, liberam substâncias voláteis (RIELD, 1997).

A Austrália é o principal país produtor do óleo essencial de *M. alternifolia*, concentrando os principais produtores do mercado e as tecnologias de produção (CASTRO et al., 2005). No Brasil a produção ainda é pequena e diversas indústrias que necessitam desta matéria-prima ou de seus compostos isolados, têm adquirido o produto por importação.

O óleo essencial da melaleuca tem importância medicinal, devido à comprovada ação bactericida para vários patógenos humanos (SILVA et al., 2002). Esse óleo é empregado, principalmente, como princípio ativo de produtos para infecção cutânea e como produto antiacne (CARSON; HAMMER; RILEY, 2006). Esta característica, além do efeito antifúngico e repelente (Silva et al., 2002) garante a importância comercial deste óleo, pois é utilizado em muitos países e em vários tipos de indústria (CASTRO et al., 2005). Em função da ampliação das áreas cultivadas o óleo essencial de melaleuca, obtido em cultivares



cultivadas na Austrália, é uma mistura complexa de, aproximadamente, 97 compostos, muitos dos quais já foram identificados (SILVA et al., 2002). Os principais constituintes são hidrocarbonetos de terpeno, principalmente de monoterpenos e sesquiterpenos e outros alcoóis associados, como o terpinen-4-ol, 1,8-cineol,  $\alpha$ -terpineno,  $\gamma$ -terpineno,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno,  $\alpha$ -terpineol,  $p$ -cimeno e álcoois sesquiterpenos, representando cerca de 90% do óleo (BROPHY et al., 1989, CARSON; HAMMER; RILEY, 2006).

O óleo extraído da *Melaleuca* sp. é rico em eucaliptol (1,8 cineol) e terpineol e somente nos últimos anos, foi constatada a ação antimicrobiana dessa molécula. No sul de Minas Gerais, Pereira e Teixeira (2012) trabalharam com o óleo essencial de *Melaleuca* sp., e conseguiram a inibição da bactéria *Staphylococcus aureus* “in vitro” e de outros patógenos.

Os óleos essenciais representam fonte potencial de compostos alternativos para o controle de doenças. As atividades antifúngicas dos óleos essenciais foram documentadas nos últimos anos por alguns autores, Viegas et al. (2005); Garcia et al. (2012); Flávio et al. (2014); Stavropoulou et al. (2014); Boukaew, Prasertsan e Sattayasamitsathit (2017), Girardi et al. (2018). Hillen et al. (2012) verificaram para as sementes de soja, milho e feijão que o óleo essencial de palmarosa inibiu completamente todos os fungos patogênicos, independente da concentração utilizada, já os óleos de candeia e alecrim foram os melhores para inibir o desenvolvimento micelial, quando foram adicionadas doses superiores a 200  $\mu\text{L L}^{-1}$ , mas influenciaram negativamente na germinação das sementes.

Porém, alguns autores demonstraram que a utilização de alguns óleos essenciais, dependendo da concentração, podem prejudicar a germinação e o vigor das sementes (CHAIMOVITSH et al., 2011). Fato esse observado por Girardi et al. (2018) para o óleo essencial de boldo aplicado nas sementes de amendoim, que reduziu a germinação das sementes.

Para as sementes de *Cereus jamacaru*, Brito et al. (2010) obtiveram a germinação máxima e os maiores valores para o comprimento da plântula, a massa de matéria seca e para o índice de velocidade de germinação em função da utilização de óleo de canela, na concentração de 0,5%. Por outro lado, houve redução da germinação decorrente da utilização do óleo de manjerição. Gomes et al. (2016) avaliaram as sementes de feijão-fava observaram que os óleos essenciais de copaíba e de manjerição reduziram consideravelmente a incidência dos fungos associados às sementes e o óleo essencial de cravo-da-índia na concentração de 2  $\text{mL L}^{-1}$  reduziu a qualidade das sementes. Flávio et al. (2014) concluíram que o óleo essencial de alfavaca cravo reduziu a infestação dos fungos nas sementes de sorgo, porém apresentou

efeito fitotóxico, reduzindo a viabilidade e o vigor das sementes. Miranda et al. (2015) concluíram em seu estudo que os óleos essenciais de capim-limão e alfavaca apresentaram redução da germinação e do vigor das sementes de alface que podem ser atribuídos aos conteúdos dos respectivos constituintes majoritários, citral e o eugenol.

Amini et al. (2018) verificaram que o tratamento de sementes com o óleo essencial de *Zataria multiflora* ( $463,5 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), por mais de 2 horas, causou diminuição significativa da germinação das sementes de repolho. Já, Kotan et al. (2013) aplicaram nas sementes de alface e tomate o óleo essencial ( $2,5 \text{ mg/mL}$ ) de *Satureja hortensis* e obtiveram redução de *Xanthomonas campestris*, sem causar redução significativa da germinação das sementes.

A inibição da germinação da semente e do desenvolvimento da plântula também foram observados por Bedin et al. (2006), com a utilização do extrato de *Eucalyptus citriodora* em sementes de tomate. A germinação pode ficar comprometida também em sementes de feijão com o uso do óleo essencial de *Eucalyptus grandis*, Souza e Cardoso (2013) observaram que o tempo de germinação foi maior quando utilizado o óleo essencial na concentração de 25% em comparação ao tratamento controle, e com concentração de 100% do óleo essencial de *Eucalyptus grandis* não houve germinação das sementes.

Shokouhian, Habibi e Agahi (2016) verificaram para as sementes de alface (*Lactuca sativa*) que a aplicação dos óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e anis (*Pimpinella anisum*) diminuiu significativamente a germinação de sementes de alface.

Portanto, é fundamental estudar a aplicação dos óleos essenciais para o tratamento das sementes e verificar quais são as interferências na redução e, ou, eliminação dos patógenos associados às sementes, sem interferência negativa no parâmetro fisiológico das sementes.

## CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS FISIOLÓGICO E SANITÁRIO DE SEMENTES ORGÂNICAS DE ALFACE TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS DURANTE O ARMAZENAMENTO.

### RESUMO

Em um sistema de produção de sementes, a utilização de sementes de qualidade se torna fundamental. Na produção de sementes orgânicas há necessidade de técnicas específicas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar as aplicações dos óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), gengibre (*Zingiber officinale*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L. L}^{-1}$ , além do controle nas sementes de alface. A qualidade destas sementes foi determinada por meio dos parâmetros físico (teor de água), fisiológico (germinação e vigor) e sanitário, logo após a aplicação dos óleos essenciais e até os 180 dias de armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (6x5) com quatro repetições. A aplicação dos óleos essenciais de alecrim, gengibre e melaleuca na concentração de 500  $\mu\text{L. L}^{-1}$ , nas sementes logo após a colheita, não interferiram significativamente na germinação, mas também essa concentração não foi eficiente para redução na incidência de *Alternaria* sp. e *Cladosporium* sp. Já os demais óleos essenciais resultaram em redução significativa de germinação e vigor. Com o aumento da concentração dos óleos essenciais, principalmente os óleos de cravo e capim-limão, nas sementes durante o armazenamento, observou-se redução estatisticamente significativa na germinação, vigor e incidência de fungos. Conclui-se que os óleos essenciais de cravo, capim-limão, eucalipto, gengibre, alecrim e melaleuca reduziram a qualidade fisiológica das sementes de alface e inibiram o desenvolvimento de *Alternaria* sp. principalmente após 60 dias de armazenamento. Portanto, não é viável a utilização dos óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, gengibre, eucalipto e melaleuca, nas concentrações testadas, nas sementes de alface.

Palavras-chave: Germinação. Vigor. Sanidade. *Lactuca sativa*.

## CHAPTER 2 - EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL AND SANITARY ATTRIBUTES OF ORGANIC ALFACE SEEDS TREATED WITH ESSENTIAL OILS DURING STORAGE

### ABSTRACT

In a seed production system, the use of quality seed becomes essential. In the production of organic seeds there is a need for specific techniques. Therefore, the objective of this work was to evaluate the applications of clove essential oils (*Eugenia caryophyllus*), lemon grass (*Cymbopogon citratus*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), ginger (*Zingiber officinale*) and melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), at concentrations of 500, 1.000, 1.500 and 2.000  $\mu\text{L. L}^{-1}$ , besides the control in the seeds. The quality of these seeds was determined by physical (water content), physiological (germination and vigor) and sanitary parameters, after the application of the essential oils and up to 180 days of storage. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme (6x5) with four replications. The application of the oils of rosemary, ginger and melaleuca in the concentration of 500  $\mu\text{L. L}^{-1}$  in seeds shortly after harvest did not significantly interfere with germination, but this concentration was not efficient for reducing the incidence of *Alternaria* sp. and *Cladosporium* sp. The remaining oils resulted in a significant reduction of germination and vigor. With the increase of the concentration of oils, especially clove oils and lemon grass, in the seeds during storage, a statistically significant reduction in germination, vigor and incidence of fungi was observed. It was concluded that the essential oils of clove, lemon grass, eucalyptus, ginger, rosemary and melaleuca reduced the physiological quality of lettuce seeds and inhibited the development of *Alternaria* sp. especially after 60 days of storage. Therefore, it is not feasible to use the essential oils of carnation, lemon grass, rosemary, ginger, eucalyptus and melaleuca, at tested concentrations, in lettuce seeds.

Key words: Germination. Vigor. Sanity. *Lactuca sativa*.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família Asteraceae é uma hortaliça folhosa originária da região do mediterrâneo. A planta é autógama e a inflorescência é do tipo capítulo, o fruto é um aquênio, cuja semente está ligada ao fruto pela região do funículo desenvolvido a partir do ovário com um único óvulo, sendo as sementes a principal forma de propagação (SALA; NASCIMENTO, 2014).

O tratamento realizado diretamente sobre a superfície da semente pode ser uma opção rápida e eficiente para o controle de patógenos, desde que os produtos aplicados reduzam o impacto ao meio ambiente e sejam efetivos para a proteção contra os microrganismos presentes no solo e a preservação da qualidade da semente durante o armazenamento (RAMOS; MARCOS FILHO; GALLI, 2008).

No sistema de produção orgânica não há a utilização de produtos químicos como, por exemplo, os fungicidas, e o controle dos patógenos associados às sementes é essencial para o produtor de sementes, o que torna imprescindível a realização de pesquisas para estabelecer formas alternativas de tratamento.

Como alternativa ao uso de agrotóxicos, têm sido pesquisados produtos naturais, como extratos e óleos essenciais de origem vegetal (Souza; Araújo; Nascimento, 2007), que podem apresentar propriedades antimicrobianas capazes de controlar a microflora associada às sementes (MORAIS et al., 2001).

As atividades antifúngicas dos produtos vegetais são conhecidas e utilizadas. Entre os diferentes grupos de produtos vegetais, os óleos essenciais são recomendados como um dos mais promissores agentes antifúngicos (VARMA; DUBEY, 2001, TIWARI et al., 2009; ZAHED et al., 2010; LI et al., 2016; NERILO et al., 2016).

A utilização de óleos essenciais de plantas com propriedades antimicrobianas é uma alternativa para substituir a aplicação de produtos químicos. Por isso, estes compostos são frequentemente empregados e são eficientes para o controle de fungos fitopatogênicos (SANTOS et al., 2008).

Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, que incluem principalmente terpenos, terpenóides, constituintes aromáticos e alifáticos, todos caracterizados por baixo peso molecular (BASSOLE; JULIANI, 2012).

Porém, é essencial que os produtos para o tratamento das sementes controlem ou diminuam a infecção por patógenos, mas não causem prejuízos na germinação e redução de vigor nas sementes.

Kordali et al. (2009) relataram que os óleos essenciais de espécies de *Achillea* têm efeitos inibitórios sobre a germinação da semente de *Amaranthus retroflexus* e *Lactuca serriola*. Alves et al. (2004) observaram que concentrações baixas do óleo essencial de canela favoreceram a germinação, mas concentrações superiores inibiram a germinação de sementes de alface. Já Kotan et al. (2013) não observaram redução da germinação de sementes de alface e tomate, devido à aplicação do óleo essencial de *Satureja hortensis* a  $2,5 \text{ mg mL}^{-1}$ . Vokou et al. (2003) também verificaram redução da germinação das sementes de alface em uma concentração de, aproximadamente, 25 ppm de óleo essencial de melaleuca. Esse óleo possui mais de 40% de terpinen-4-ol, substância tóxica dependendo da quantidade utilizada (HAMMER et al., 2006).

Em função da limitação de resultados relacionados à aplicação dos óleos essenciais em sementes, o objetivo desse trabalho foi verificar as interferências dos óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca, em diferentes concentrações, na germinação, no vigor e na sanidade de sementes orgânicas de alface, durante o armazenamento.

## 2.2 METODOLOGIA

As sementes orgânicas de alface (variedade Elisa) recém colhidas, fornecidas pelo Centro de pesquisa da Fundação Mokiti Okada foram produzidas no ano de 2017 em Ipeúna – SP. As aplicações dos produtos e as análises das sementes foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes da UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa) em Ponta Grossa – PR.

Os óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), gengibre (*Zingiber officinale*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) foram aplicados nas sementes nas concentrações de 500; 1.000; 1.500 e 2.000  $\mu\text{L. L}^{-1}$  acrescidos de Tween 80 a 1% (v/v) para facilitar a emulsificação dos óleos em água destilada (BRITO et al., 2010), além do controle, utilização de 1L de água destilada.

A aplicação dos óleos essenciais nas sementes foi por imersão por período de três minutos. Para isso 6,6 gramas de sementes de alface foram colocadas em 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 mL de cada óleo essencial e acrescentados 1L de água, além do controle, conforme método descrito por Brito et al. (2010) e, em seguida, as sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel mata borrão esterilizado, para secagem em ambiente natural, até atingiram 6% de água. Posteriormente, foram colocadas em sacos aluminizados para o armazenamento em câmara fria a 10 °C e 55% de umidade relativa do ar, no Laboratório de Genética Molecular da UEPG.

Os óleos essenciais utilizados para a pesquisa foram analisados quanto à composição química, no laboratório de cromatografia da Universidade Federal de Minas Gerais (Tabela 1). A metodologia utilizada foi Cromatografia Gasosa de Alta Resolução com um cromatógrafo a gás AGILENT 7820<sup>a</sup>, coluna: HP-5 30m x 0,32mm x 0,25  $\mu\text{m}$  (AGILENT). Temperatura: Coluna: 50 °C (0 min), 3 °C /min a 200 °C. Injetor: 220 °C Split: 1/50. Detector FID: 220 °C. Volume de injeção: 1  $\mu\text{l}$  (concentração 1,0 % em clorofórmio).

As avaliações da qualidade das sementes foram realizadas imediatamente após o tratamento e aos 60, 120 e 180 dias após o armazenamento.

Tabela 2. 1 - Análise de cromatografia gasosa dos óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), gengibre (*Eucalyptus globulus*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*).

Constituintes (%)	Cravo ( <i>Eugenia caryophyllus</i> )	Capim-limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> )	Alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> )	Gengibre ( <i>Zingiber officinale</i> )	Melaleuca ( <i>Melaleuca alternifolia</i> )
1,8-cineol			39,6	89,9		1,4
Ar-curcumeno					15,2	
Canfeno		0,2	0,9		7,1	
Canfeno						0,4
Canfora			27,7			
Carveol		0,1				
Cis-calameno						0,3
Citronelal		0,5				
Crisantenol		1,0				
Eugenol	87,3		0,6			
E-β-ocimeno				0,6		
Geranial	0,4	48,7				
Geranil acetato		0,9				
Germacreno d					3,0	
Hidrato sabineno					3,0	
Limonemo		0,3	22,0	1,5	4,0	2,2
Linalool		0,2	0,8			
Mirceno		0,6	0,8	2,3		0,4
Neral		42,2				
Oxido cariofileno	0,4	0,8				
p-cimeno			1,6	0,2		2,8
Salicilato metila	0,2					
Sesquifelandreno					12,6	
Terpinen-4-ol						42,5
Terpinoleno				0,1		3,4
Trans verbenol		0,7				
Viridiflorino						0,4
Zingibereno					30,5	
Z-β-ocimeno		0,1		0,1		
α-copaeno	0,5					
α-farneseno					9,0	
α-felandreno						1,0
α-humuleno	1,8	0,6				
α-pineno			2,9	2,2	2,8	5,0
α-terpineno				1,4		10,0
α-terpineol						7,3
α-thujeno						0,3
β-bisaboleno					4,0	
β-cariofileno	9,3	0,7	0,8			
β-gurjuneno						0,2
β-pineno			1,5	1,6		0,4
γ-muuroleno		0,2				
γ-terpineno		0,3				20,4
Outros	0,4	1,5	0,8	0,3	8,7	1,7

### 2.2.1 Determinação do teor de água

Para a determinação do teor de água foi utilizado o método de estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , adaptado de Brasil (2009a). Para isso, 2,0 gramas de sementes foram colocados em



recipientes previamente identificados e pesados em balança de precisão (0,001 gramas). Os recipientes foram colocados abertos na estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 horas. Após o período de secagem, os recipientes foram tampados e colocados em dessecador até esfriar para a pesagem. O resultado foi expresso em porcentagem de água com uma casa decimal.

### 2.2.2 Avaliações do Parâmetro Fisiológico

As avaliações do parâmetro fisiológico foram divididas em: teste de germinação e testes de vigor: índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação, índice de emissão de raízes, emergência da plântula e índice de velocidade de emergência da plântula.

### 2.2.3 Teste de Germinação (G)

Foram utilizadas oito repetições de 25 sementes distribuídas sobre duas folhas de papel mata borrão umedecidas 2,5 vezes o peso do papel seco, colocadas em caixas plásticas de dimensão 11 x 11 x 3,5 cm, previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio por 24 horas e limpas com álcool. As caixas plásticas foram colocadas em uma câmara de germinação, onde permaneceram à temperatura constante de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , com as avaliações no 7<sup>o</sup> dia após a sementeira, conforme indicado nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009a). O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

### 2.2.4 Primeira Contagem do Teste de Germinação (PCG)

Registro das quantidades das plântulas normais, obtido no 4<sup>o</sup> dia do teste de germinação, conforme indicado nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009a). O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

### 2.2.5 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Calculado a partir dos dados obtidos no teste de germinação, item 2.2.1. As avaliações foram realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgiram as

primeiras plântulas normais, cuja quantidade foi registrada e essas plântulas foram removidas do papel. Para calcular o índice de velocidade de germinação, foi utilizada a fórmula descrita por Maguire (1962). O resultado foi expresso pelo índice e com uma casa decimal.

#### 2.2.6 Índice de Emissão de Raízes (IER)

Determinada a partir das plântulas obtidas no teste de germinação, item 2.2.1. As avaliações foram realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgiram as primeiras raízes normais, cuja quantidade foi registrada. Para calcular o índice de emissão de raízes, foi utilizada a fórmula descrita por Maguire (1962). O resultado foi expresso pelo índice e com uma casa decimal.

#### 2.2.7 Emergência da Plântula (EP)

Foram avaliadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas em bandejas plásticas de 200 células. As sementes foram semeadas a uma profundidade de 1 cm, sendo uma semente por célula. O substrato utilizado era composto de turfa, corretivos, vermiculita, carvão vegetal e casca de pinus, de nome comercial BASAPLANT®.

O substrato foi umedecido diariamente com quantidade de água equivalente a 60% da sua capacidade de retenção, ficando as bandejas distribuídas ao acaso dentro da casa de vegetação, a 25° C e umidade relativa de 70%. As avaliações foram realizadas no 11<sup>o</sup> dia após a semeadura (período em que houve a estabilização da emergência das plântulas). Os resultados foram expressos em percentual de plântulas emergidas (NAKAGAWA, 1994).

#### 2.2.8 Índice de Velocidade de Emergência da Plântula (IVEP)

Calculado a partir dos dados obtidos nas avaliações diárias da emergência da plântula, item 1.2.7. O índice foi representado pelo número das plântulas emergidas diariamente até o 11<sup>o</sup> dia após a semeadura, conforme a fórmula adaptada de maguire (1962).

### 2.2.9 Avaliação do Parâmetro Sanitário

As 200 sementes (8 repetições de 25 sementes) foram colocadas em caixas plásticas, previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio por 24 horas e limpas com álcool, sobre duas folhas de papel filtro umedecido 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes permaneceram por sete dias em câmara de incubação, tipo BOD, regulada 20°C e com 12 horas de fotoperíodo diário. A avaliação quanto à presença dos fungos nas sementes foi realizada aos sete dias após a semeadura, utilizando a lupa e o microscópio, e classificando os fungos por gênero. Os resultados foram expressos em porcentagem de ocorrência dos fungos observados (BRASIL, 2009b).

### 2.2.10 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), em esquema fatorial  $6 \times 4 + 1$ , sendo seis óleos essenciais e quatro concentrações + tratamento controle, com oito repetições, com exceção da emergência da plântula e índice de velocidade da emergência que tinham quatro repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância para verificar a significância da interação dos fatores óleo essencial e concentração. Quando os resultados obtidos foram significativos para a concentração do óleo essencial, os dados foram analisados por meio da análise de regressão polinomial, até terceiro grau, e quando significativos para óleo essencial, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando necessário, os dados em porcentagem foram transformados em  $y = \arcsin(\sqrt{x/100})$ . Para as análises o programa estatístico utilizado foi o R Studio.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de água nas sementes de alface oscilou entre 6,5 a 7,0% do início do armazenamento até os 180 DAA. Essa quantidade de água é adequada para a manutenção das sementes de alface em embalagens impermeáveis (James, 1967 apud Peske; Villela; Labbé-Baudet, 2009); além disso, essa variação do teor de água não é suficiente para interferir nos resultados das análises das sementes.

Houve interação significativa para os fatores óleo essencial e concentração, para todas as variáveis analisadas, com exceção da incidência de *Alternaria* sp. aos 180 dias de armazenamento (Tabela 2).

Para a primeira contagem do teste de germinação, nas sementes tratadas com os óleos essenciais de eucalipto, gengibre e melaleuca a germinação foi estatisticamente superior em relação aos resultados dos tratamentos com os óleos essenciais de alecrim, cravo e capim-limão (Tabela 3). Os resultados decorrentes da utilização do óleo essencial de capim-limão indicaram que houve redução, estatisticamente significativa, da germinação das sementes de alface. Com a aplicação desse óleo na concentração de 1.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  não houve germinação de sementes de alface (Tabela 3).

Aos 60 DAA (Tabela 3) nos tratamentos com os óleos essenciais de eucalipto, gengibre e melaleuca em concentrações de 500, 1.000 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  a germinação foi estatisticamente superior em relação aos tratamentos com os óleos essenciais de cravo, capim-limão e alecrim. Esses resultados também foram observados aos 120 DAA para os mesmos óleos nas concentrações de 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e aos 180 DAA nas concentrações de 500, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$ .

Miranda et al. (2015) verificaram que o contato da semente com o óleo essencial de capim-limão e seu componente principal, o monoterpeno citral (mistura isomérica do neral e geranial), inibiram a germinação de sementes de alface a partir da concentração de 0,25  $\text{ml L}^{-1}$ . Esse componente geralmente é encontrado em mais de 40% do óleo essencial de capim-limão. No presente estudo, o óleo essencial de capim-limão tinha 48,7% de geranial (Tabela 1), causa provável da redução da germinação das sementes de alface, logo após a colheita.

Tabela 2. 2 - Resumo da análise de variância dos resultados relacionados às sementes de alface, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Fonte de variação	Primeira contagem de germinação	Germinação	Índice de velocidade de germinação	Índice de emissão de raízes	Emergência de plântula	Índice de velocidade de emergência	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.
Pós colheita inicial								
Óleo essencial (OE)	*	*	*	*	*	*	*	*
Concentração (C)	*	*	*	*	*	*	*	*
OE X C	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	15,00	12,75	12,55	12,74	17,41	17,41	10,13	16,31
60 DAA								
Óleo essencial (OE)	*	*	*	*	*	*	*	*
Concentração (C)	*	*	*	*	*	*	*	*
OE X C	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	13,43	16,81	14,12	18,81	17,05	15,02	10,33	7,57
120 DAA								
Óleo essencial (OE)	*	*	*	*	*	*	*	*
Concentração (C)	*	*	*	*	*	*	*	*
OE X C	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	11,72	11,03	11,00	11,03	13,92	10,90	11,96	25,39
180 DAA								
Óleo essencial (OE)	*	*	*	*	*	*	*	*
Concentração (C)	*	*	*	*	*	*	*	*
OE X C	*	*	*	*	*	*	*	ns
CV (%)	9,89	10,05	10,62	10,05	14,72	12,28	6,36	18,74

ns = não significativo.

\* = significativo a 1% de probabilidade ( $pr > fc$ )

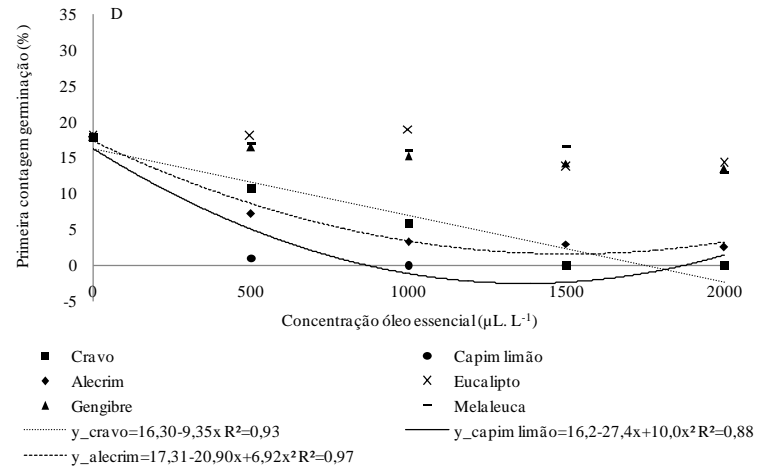
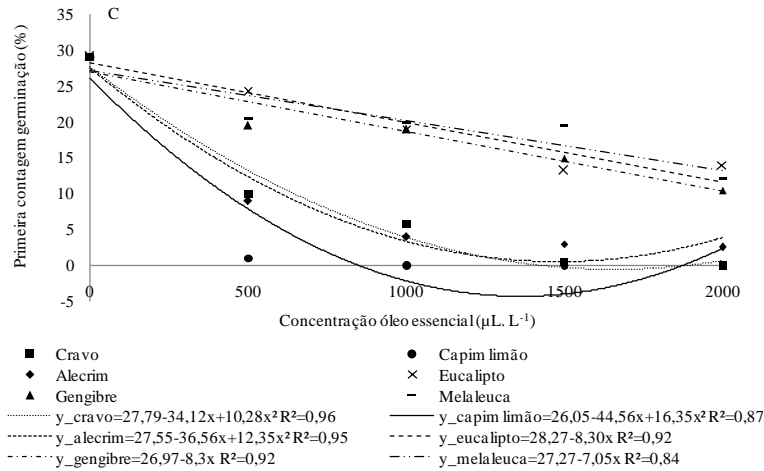
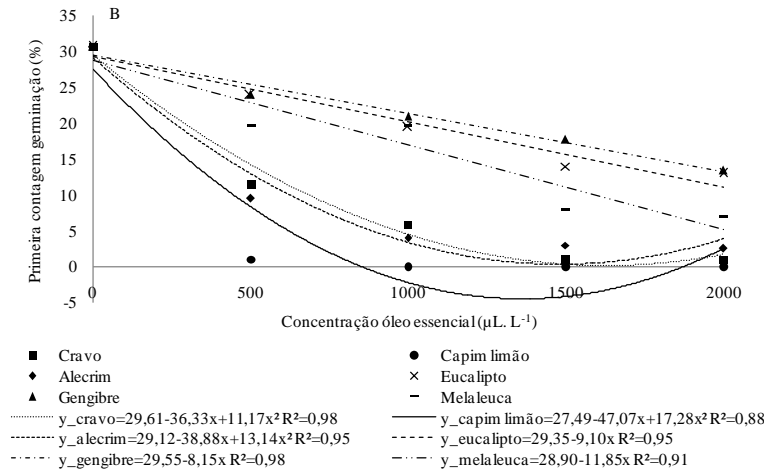
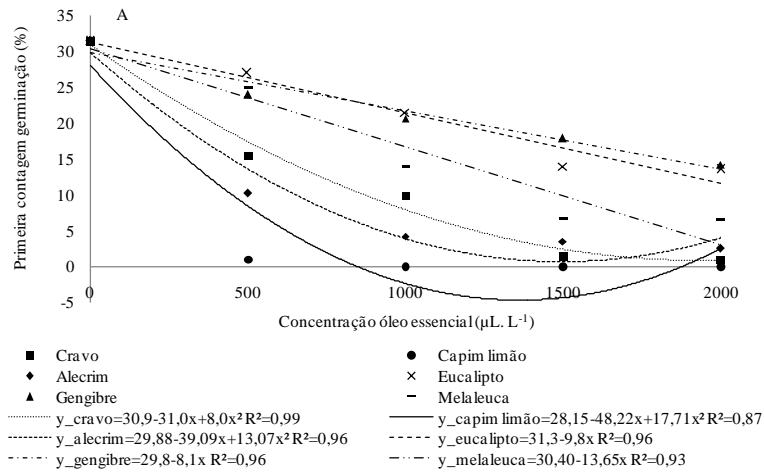
Tabela 2. 3 - Resultados da primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de alface, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	Primeira contagem do teste de germinação (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	32 a	16 c	10 bc	2 c	1 b
Capim-limão	32 a	1 d	0 d	0 c	0 b
Alecrim	32 a	10 c	4 cd	4 c	3 b
Eucalipto	32 a	27 a	22 a	14 ab	14 a
Gengibre	32 a	24 ab	21 a	18 a	14 a
Melaleuca	32 a	25 b	14 ab	7 bc	7 ab
60 DAA					
Cravo	31 a	12 b	6 b	1 c	1 b
Capim-limão	31 a	1 c	0 b	0 c	0 b
Alecrim	31 a	10 b	4 b	3 c	3 b
Eucalipto	31 a	24 a	20 a	14 ab	13 a
Gengibre	31 a	24 a	21 a	18 a	14 a
Melaleuca	31 a	20 a	20 a	8 bc	7 ab
120 DAA					
Cravo	29 a	10 bc	6 b	1 b	0 b
Capim-limão	29 a	1 c	0 b	0 b	0 b
Alecrim	29 a	9 bc	4 b	3 b	3 b
Eucalipto	29 a	24 a	19 a	13 a	13 a
Gengibre	29 a	20 ab	19 a	15 a	11 a
Melaleuca	29 a	21 ab	20 a	20 a	12 a
180 DAA					
Cravo	18 a	11 b	6 c	0 b	0 b
Capim-limão	18 a	1 b	0 c	0 b	0 b
Alecrim	18 a	7 b	3 c	3 b	3 b
Eucalipto	18 a	18 a	19 a	14 a	14 a
Gengibre	18 a	17 a	15 b	14 a	14 a
Melaleuca	18 a	17 a	16 b	17 a	13 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Até os 120 dias após armazenamento (DAA), o resultado da germinação das sementes aos 4 dias após semeadura (DAS) reduziu linearmente com o aumento das concentrações dos óleos essenciais de eucalipto, gengibre e melaleuca (Figura 1). Já, aos 180 DAA, a porcentagem de germinação reduziu linearmente com o óleo essencial de cravo (Figura 1-D).

Figura 2. 1 - Análise de regressão da primeira contagem de germinação (%) de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



Os resultados relacionados ao teste de germinação indicam que, na pós colheita, nos tratamentos com os óleos essenciais de eucalipto, gengibre e melaleuca houve germinação estatisticamente superior em relação aos tratamentos com os óleos essenciais de cravo, capim-limão e alecrim, independente da concentração utilizada. Essa variação dos resultados manteve-se até os 180 DAA. Após os 60 dias de armazenamento, esses resultados foram observados também no tratamento com o óleo essencial de alecrim (Tabela 4).

Oliveira et al. (2011) afirmaram que óleos essenciais com presença de eugenol, que é um fenil propeno (fenol) presente no óleo essencial de certas plantas como as de alecrim e de cravo, é um composto que em alta concentração pode ser tóxico, inibindo a germinação da semente. Souza Filho et al. (2010) avaliaram a quantidade do eugenol em diversos óleos essenciais e extratos bruto de plantas e concluíram que o eugenol é a substância predominante nos óleos essenciais e extratos bruto superiores a 25% de concentração, causando toxicidade para as sementes. No óleo de cravo esse composto estava presente em 87,3%, corroborando com os resultados dessa pesquisa (Tabela 1). Boukaew, Prasertsan, e Sattayasamitsathit (2017) também verificaram redução na germinação das sementes, do comprimento do caule e do comprimento das raízes de milho quando utilizaram o óleo essencial de cravo em concentrações de  $10 \mu\text{l L}^{-1}$ .

Resultado semelhante foi verificado por Viegas et al. (2005) para as sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.), tratadas com óleo de alho (*Allium sativum* L.) e canela (*Cinnamomun zeilanicum* Breyn.) utilizando  $2,0 \text{ mg mL}^{-1}$ , devido à redução acentuada da germinação.

O óleo essencial de capim-limão, apresentou alta concentração de citral, isômero do geranial (48,7%) (Tabela 1). Segundo Miranda et al. (2015) esse composto reduz a germinação das sementes, destruindo as células e tornando-se tóxico.

Resultados de outra pesquisa, com óleo essencial de *Eucaliptus globulus* L. (0,15%, por 120 minutos) para avaliar a germinação das sementes e o crescimento das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) indicaram que houve redução significativa da germinação da semente e do comprimento das plântulas com o uso do óleo essencial de *Eucaliptus globulus* L. com relação ao tratamento controle (GARBIT et al., 2014).

Estudos de Miranda et al. (2015) demonstraram que os óleos essenciais podem afetar a germinação e o crescimento das plantas causando modificações morfológicas e fisiológicas, como a inibição da cadeia respiratória da matriz mitocondrial, alterações na integridade da



membrana celular, aumento na transpiração, peroxidação lipídica, danos aos microtúbulos e inibição da mitose.

Tabela 2. 4 - Germinação (%) de sementes de alface aos 7 dias após a semeadura, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	Germinação (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	96 a	82 b	63 b	38 c	33 c
Capim-limão	96 a	38 c	21 c	14 d	0 d
Alecrim	96 a	76 b	70 b	68 b	53 b
Eucalipto	96 a	95 a	93 a	93 a	87 a
Gengibre	96 a	92 a	91 a	90 a	88 a
Melaleuca	96 a	95 a	94 a	85 a	83 a
60 DAA					
Cravo	70 a	17 c	7 d	5 d	3 c
Capim-limão	70 a	6 c	0 d	0 d	0 c
Alecrim	70 a	55 b	42 c	42 c	41 b
Eucalipto	70 a	61 b	54 c	51 bc	49 b
Gengibre	70 a	70 b	67 a	66 a	64 a
Melaleuca	70 a	73 a	74 b	59 ab	54 ab
120 DAA					
Cravo	66 a	18 b	8 d	2 c	1 c
Capim-limão	66 a	6 c	0 d	0 c	0 c
Alecrim	66 a	55 a	41 c	41 b	39 b
Eucalipto	66 a	58 a	55 b	49 c	48 b
Gengibre	66 a	64 a	62 ab	61 a	61 a
Melaleuca	66 a	65 a	66 a	60 a	44 b
180 DAA					
Cravo	58 a	15 c	7 d	1 c	1 c
Capim-limão	58 a	4 d	0 d	0 c	0 c
Alecrim	58 a	49 b	40 c	42 b	35 b
Eucalipto	58 a	54 b	54 b	50 ab	50 a
Gengibre	58 a	55 b	54 b	52 a	51 a
Melaleuca	58 a	67 a	65 a	58 a	45 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Segundo a normativa nº 457 de 18 de dezembro de 1986, as sementes de alface devem ter germinação mínima de 70% para comercialização (BRASIL, 1986). Na situação do presente trabalho, as sementes tratadas com o óleo essencial de cravo desde que com até 500

$\mu\text{L}^{-1}$  e com o óleo de alecrim na concentração de até  $1.000 \mu\text{L}^{-1}$  após a colheita, ou com os óleos essenciais de eucalipto, gengibre e melaleuca com concentrações de até  $2.000 \mu\text{L}^{-1}$  após a colheita, permaneceram com germinação superior a 70%. Para o armazenamento até 60 dias, a aplicação do óleo essencial de melaleuca na concentração de até  $1.000 \mu\text{L}^{-1}$  manteve as sementes de alface com 74% de germinação e com o óleo essencial de gengibre com  $500 \mu\text{L}^{-1}$  a germinação das sementes foi 70% (Tabela 4), valores esses de acordo com o valor mínimo do padrão estabelecido na legislação.

Na pós colheita, houve redução linear para os resultados da germinação das sementes de alface com o aumento da concentração dos óleos essenciais de cravo e alecrim. Nos tratamentos com os óleos essenciais de capim-limão e melaleuca a análise dos resultados seguiu o modelo quadrático (Figura 2).

Com 60 DAA a aplicação do óleo essencial de eucalipto reduziu linearmente a germinação das sementes de alface em função das concentrações utilizadas, e os resultados relativos à utilização dos demais óleos essenciais foi mais adequado com o modelo quadrático. Esses resultados se mativeram até os 180 DAA (Figura 2). Os óleos essenciais contém substâncias químicas, que podem afetar o desenvolvimento celular (GOMES et al., 2016).

Os resultados do IVG (índice de velocidade de germinação) são semelhantes aos obtidos para a porcentagem de germinação, pois o IVG é calculado pelo número de sementes germinadas, que representa a quantidade de plântulas normais, e o tempo (em dias). A aplicação do óleo essencial de capim-limão causou redução da velocidade de germinação das sementes de alface, diferindo estatisticamente dos resultados dos demais óleos essenciais. Aos 60, 120 e 180 dias após o armazenamento, além do tratamento com o óleo essencial de capim-limão, nas sementes tratadas com o óleo essencial de cravo houve redução estatisticamente significativa em relação aos resultados dos demais tratamentos (Tabela 5).

Houve redução linear no índice de velocidade de germinação das sementes de alface com o aumento da concentração dos óleos essenciais de cravo e alecrim na pós colheita. Aos 60, 120 e 180 DAA os resultados do IVG se adequaram ao modelo quadrático para os óleos essenciais utilizados, ou seja houve redução no IVG até determinada dose e depois, tendência de estabilidade dos resultados. Para o tratamento com o óleo essencial de gengibre, o resultado não foi significativo (Figura 3).

Figura 2. 2 - Análise de regressão da germinação de sementes de alface aos 7 dias após semeadura (%) submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

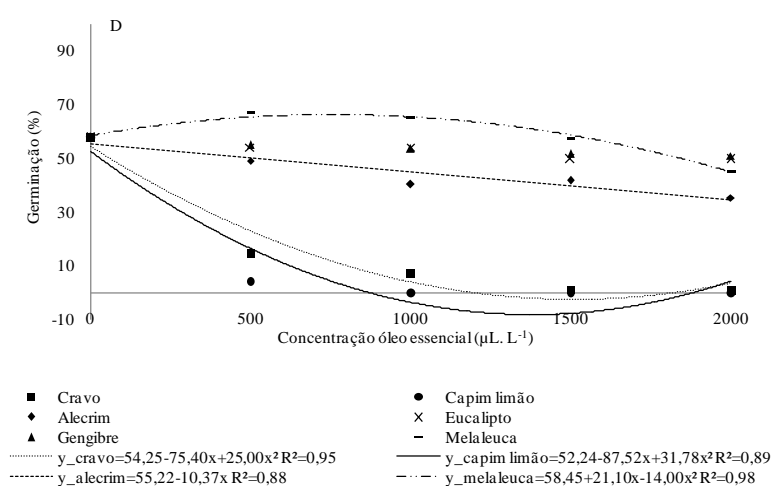
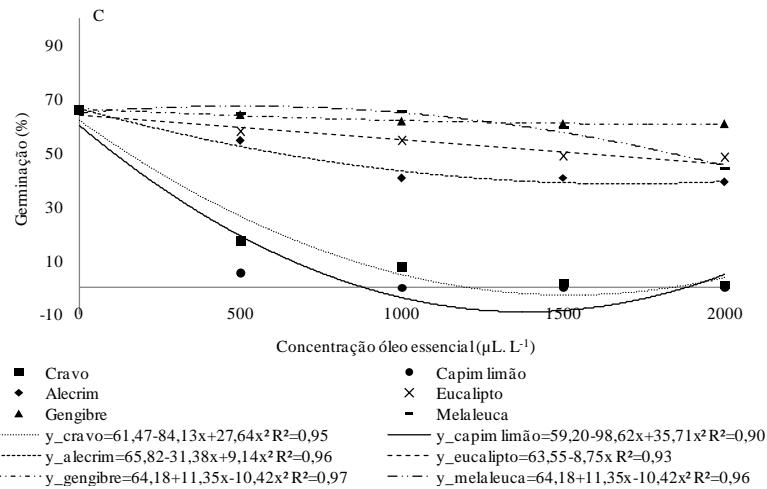
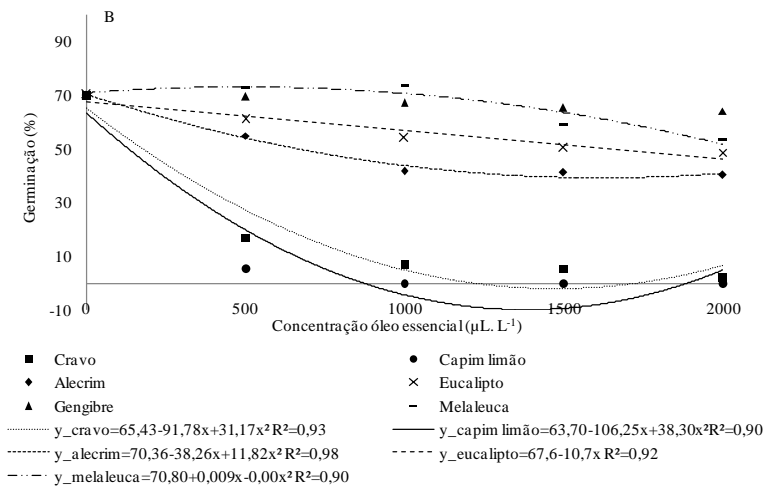
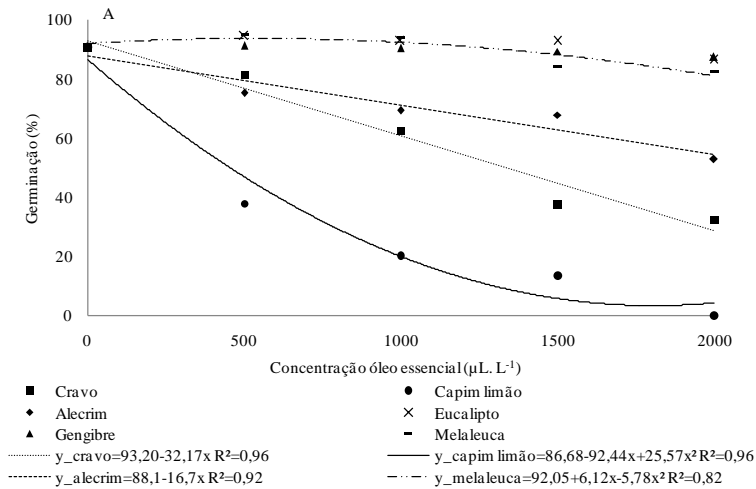
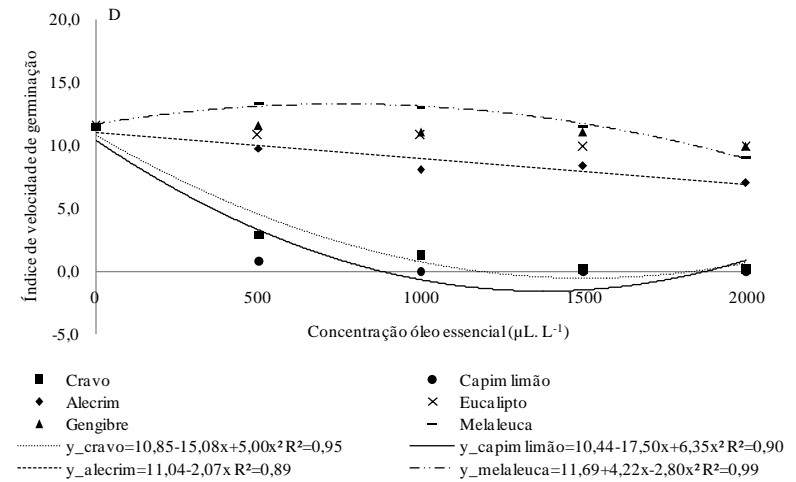
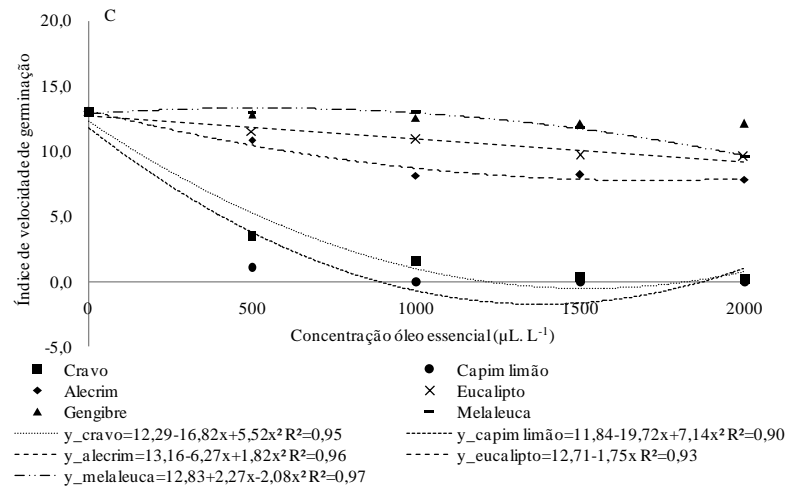
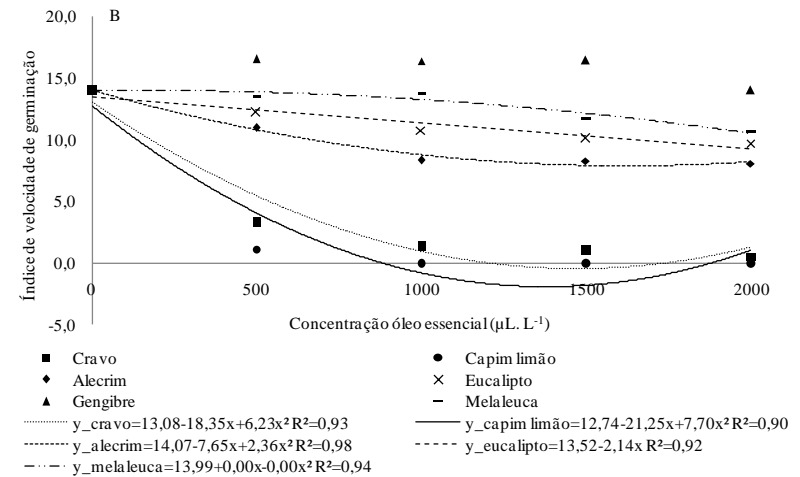
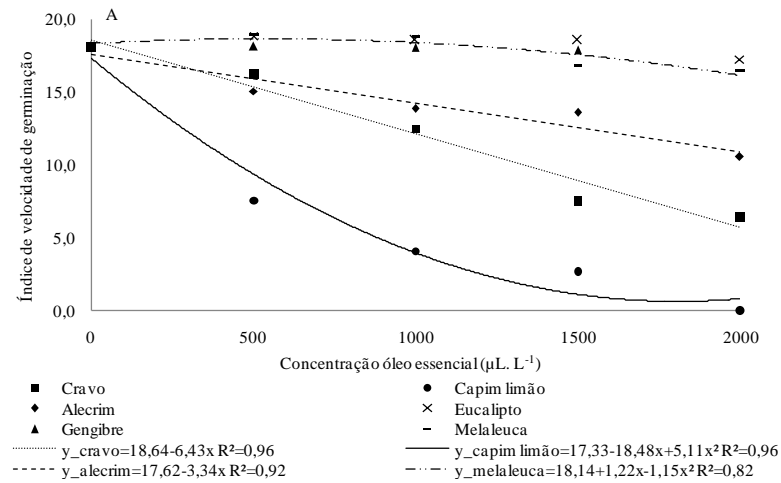


Tabela 2. 5 - Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IVG - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{l L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	18,2 a	16,3 b	12,5 b	7,5 c	6,5 c
Capim-limão	18,2 a	7,6 c	4,1	2,7 d	0,0 d
Alecrim	18,2 a	15,1 b	13,9 b	13,6 b	10,6 b
Eucalipto	18,2 a	18,9 a	18,6 a	18,6 a	17,3 a
Gengibre	18,2 a	18,2 a	18,1 a	17,9 a	17,6 a
Melaleuca	18,2 a	19,1 a	18,8 a	16,9 a	16,6 a
60 DAA					
Cravo	14,1 a	3,4 c	1,4 d	1,1 d	0,5 c
Capim-limão	14,1 a	1,2 c	0,0 d	0,0 d	0,0 c
Alecrim	14,1 a	11,0 b	8,4 c	8,3 c	8,1 b
Eucalipto	14,1 a	12,2 b	10,8 c	10,1 bc	9,8 b
Gengibre	14,1 a	16,6 a	16,5 a	16,5 a	14,1 a
Melaleuca	14,1 a	13,6 a	13,8 b	11,8 b	10,7 b
120 DAA					
Cravo	13,1 a	3,6 b	1,6 c	0,4 c	0,2 c
Capim-limão	13,1 a	1,1 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
Alecrim	13,1 a	10,9 a	8,2 b	8,2 b	7,9 b
Eucalipto	13,1 a	11,6 a	10,9 a	9,7 ab	9,6 b
Gengibre	13,1 a	12,9 a	12,6 a	12,2 a	12,2 a
Melaleuca	13,1 a	13,0 a	13,1 a	11,9 a	9,6 b
180 DAA					
Cravo	11,6 a	3,0 c	1,4 d	0,3 c	0,2 c
Capim-limão	11,6 a	0,9 d	0,0 d	0,0 c	0,0 c
Alecrim	11,6 a	9,8 b	8,1 c	8,4 b	7,1 b
Eucalipto	11,6 a	10,8 b	10,8 b	9,9 bc	9,9 a
Gengibre	11,6 a	11,6 abA	11,1 b	11,1 a	10,0 a
Melaleuca	11,6 a	11,4 a	11,1 a	11,5 a	9,1 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Figura 2. 3 - Análise de regressão do Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



O óleo essencial de capim-limão reduziu o desenvolvimento das plântulas de alface, não havendo emissão de raízes nas sementes armazenadas por 60 dias, nas concentrações superiores a 1.000  $\mu\text{L}^{-1}$  (Tabela 6).

Tabela 2. 6 - Índice de emissão de raízes (IER) de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IER- pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	52,0 a	46,6 b	35,7 b	21,5 c	18,6 c
Capim-limão	52,0 a	21,7 c	11,7 c	7,7 d	0,7 d
Alecrim	52,0 a	43,1 b	39,7 b	38,9 b	30,3 b
Eucalipto	52,0 a	54,0 a	53,1 a	53,1 a	49,4 a
Gengibre	52,0 a	52,2 a	51,7 a	51,1 a	50,1 a
Melaleuca	52,0 a	54,4 a	53,7 a	48,3 a	47,3 a
60 DAA					
Cravo	40,1 a	9,7 c	4,0 d	3,1 d	1,4 c
Capim-limão	40,1 a	3,3 c	0,0 d	0,0 d	0,0 c
Alecrim	40,1 a	31,5 b	23,9 c	23,7 c	23,1 b
Eucalipto	40,1 a	34,9 b	30,9 b	28,9 bc	27,9 b
Gengibre	40,1 a	39,9 b	38,4 a	37,4 a	36,7 a
Melaleuca	40,1 a	40,4 a	40,3 a	33,7 ab	30,6 ab
120 DAA					
Cravo	37,3 a	10,1 b	4,6 d	1,1 c	0,8 c
Capim-limão	37,3 a	3,1 c	0,0 d	0,0 c	0,0 c
Alecrim	37,3 a	31,1 a	23,3 c	23,4 b	22,4 b
Eucalipto	37,3 a	33,0 a	31,1 b	27,7 b	27,4 b
Gengibre	37,3 a	36,7 a	32,3 ab	34,9 a	34,7 a
Melaleuca	37,3 a	37,1 a	37,4 a	34,0 a	25,3 b
180 DAA					
Cravo	33,0 a	8,4 c	4,0 d	0,7 c	0,6 c
Capim-limão	33,0 a	2,4 d	0,0 d	0,0 c	0,0 c
Alecrim	33,0 a	28,0 b	23,0 c	23,9 b	20,2 b
Eucalipto	33,0 a	30,9 b	30,9 b	28,3 ab	28,3 a
Gengibre	33,0 a	31,4 b	30,6 b	29,6 a	29,1 a
Melaleuca	33,0 a	38,3 a	37,3 a	32,9 a	25,9 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

A partir dos 60 dias de armazenamento, nas sementes tratadas com os óleos essenciais de capim-limão e de cravo, houve redução significativa no índice de emissão de

raízes em relação aos demais tratamentos (Tabela 6). Ao avaliarem os efeitos dos óleos essenciais das folhas de capim-limão nas concentrações de 0; 0,001; 0,01; 0,1 e 1% v/v em relação à germinação e ao comprimento da raiz das plântulas de alface, Alves et al. (2004) verificaram que houve redução destas variáveis em função do aumento da concentração, com a morte da plântula a partir de 0,1% de concentração.

Segundo Santiago et al. (2017) sementes de alface submetidas às maiores concentrações de óleo essencial composto por neral e geranial pode ocorrer aumento na frequência de morte celular.

A redução linear no índice de emissão de raízes (IER) foi significativa na pós colheita para os tratamentos com os óleos essenciais de cravo e alecrim. As sementes tratadas com os óleos essenciais de gengibre e eucalipto não apresentaram redução significativa no IER em comparação com o tratamento imediatamente após a colheita. Esse resultado se manteve com as sementes tratadas com o óleo essencial de gengibre até os 180 DAA (Figura 4).

Para a emergência das plântulas, na pós colheita, dentre os óleos essenciais utilizados, o de eucalipto (até  $1.500 \mu\text{L L}^{-1}$ ) e melaleuca (independente da concentração) resultaram em emergência das plântulas estatisticamente superiores em relação aos demais tratamentos. A partir dos 60 DAA os resultados variaram em função do óleo e da concentração utilizada (Tabela 7).

Figura 2. 4 - Análise de regressão do índice de emissão de raízes (IER) de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

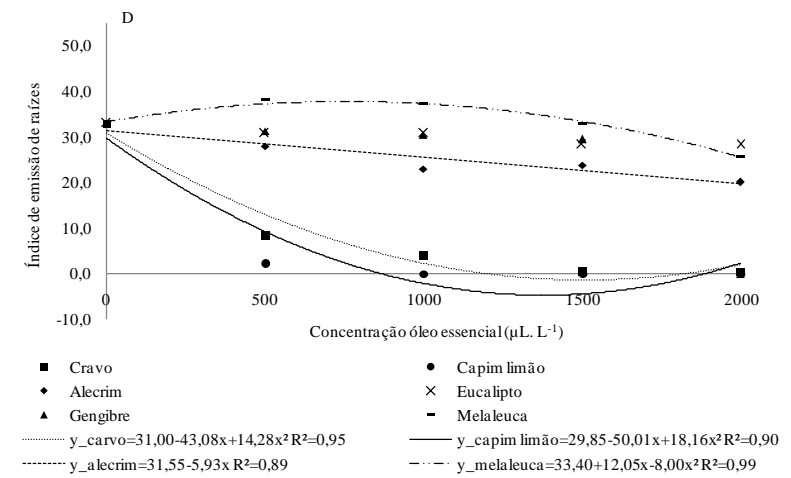
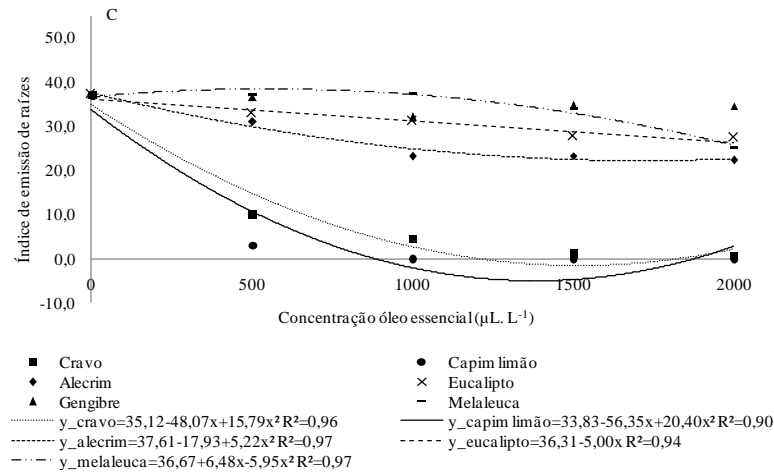
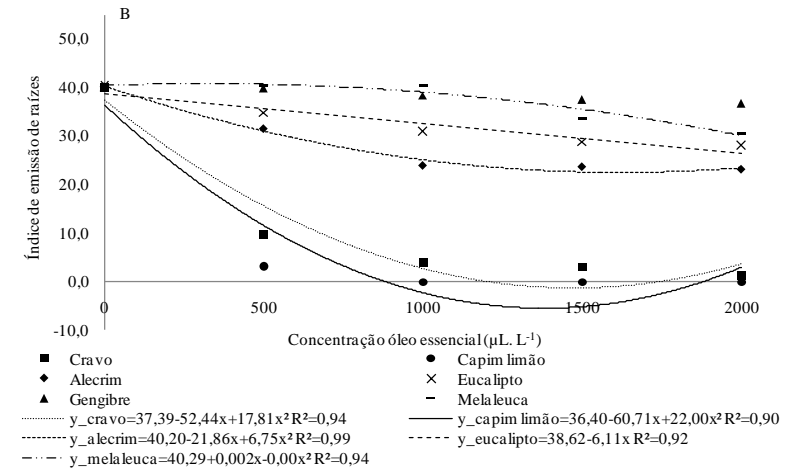
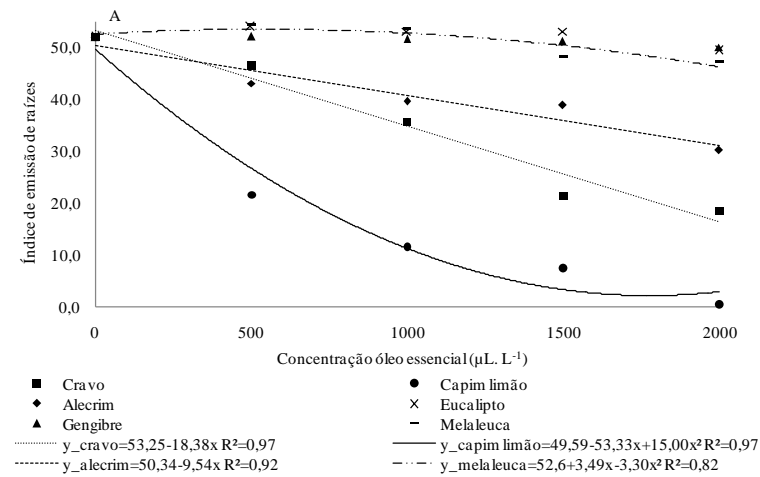




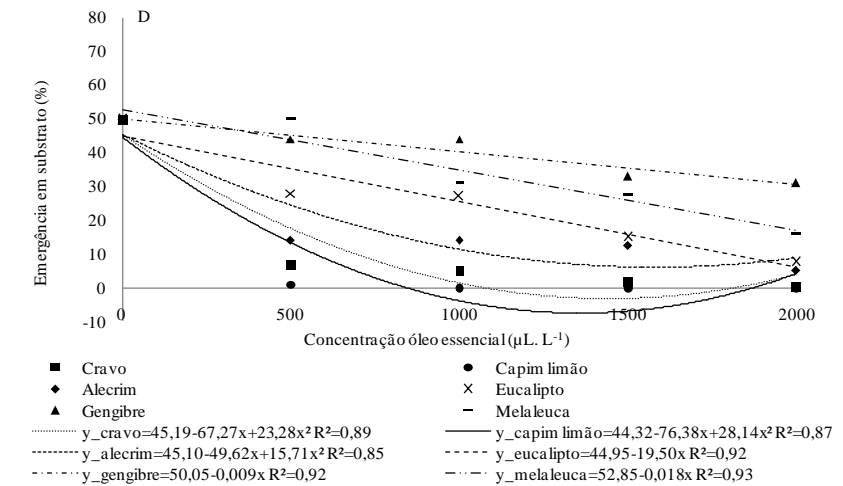
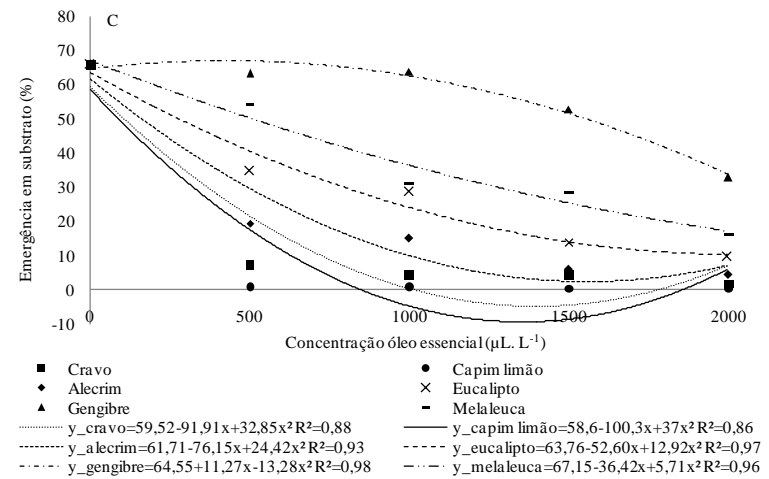
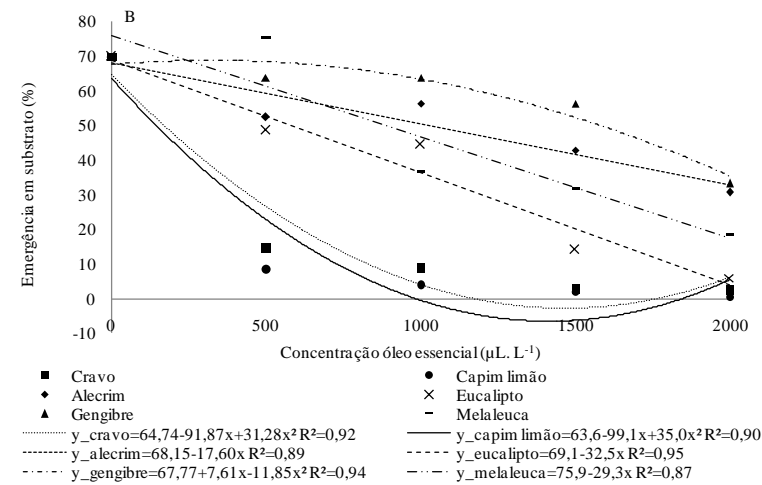
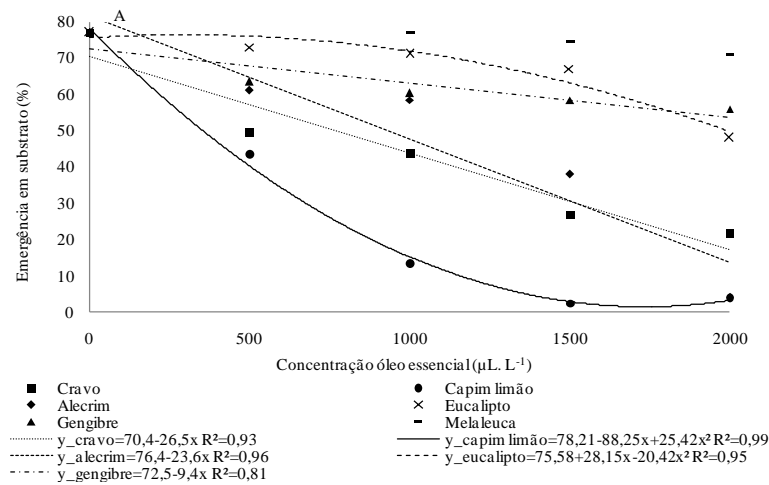
Tabela 2. 7 - Emergência das plântulas de alface, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	Emergência de plântula (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	77 a	50 bc	44 c	27 c	22 c
Capim-limão	77 a	44 c	14 d	3 d	4 d
Alecrim	77 a	61 b	59 b	38 c	30 c
Eucalipto	77 a	73 a	71 a	67 a	48 b
Gengibre	77 a	64 b	61 b	59 b	56 b
Melaleuca	77 a	81 a	77 a	75 a	71 a
60 DAA					
Cravo	70 a	15 c	9 d	3 c	3 b
Capim-limão	70 a	9 c	4 d	2 c	1 b
Alecrim	70 a	53 b	57 ab	43 ab	31 a
Eucalipto	70 a	49 b	45 bc	14 c	6 b
Gengibre	70 a	64 ab	64 a	57 a	34 a
Melaleuca	70 a	76 a	37 c	32 b	19 b
120 DAA					
Cravo	66 a	8 e	5 d	5 d	2 d
Capim-limão	66 a	1 f	1 d	1 d	1 d
Alecrim	66 a	20 d	15 c	6 d	5 cd
Eucalipto	66 a	35 c	29 b	14 c	10 c
Gengibre	66 a	64 a	64 a	53 a	33 a
Melaleuca	66 a	55 b	31 b	29 b	17 b
180 DAA					
Cravo	50 a	7 cd	5 cd	2 d	1 c
Capim-limão	50 a	1 d	0 d	0 d	0 c
Alecrim	50 a	14 c	14 c	13 c	5 c
Eucalipto	50 a	28 b	27 b	15 c	8 bc
Gengibre	50 a	44 a	44 a	43 a	31 a
Melaleuca	50 a	50 a	31 b	28 b	16 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Houve redução na porcentagem das plântulas normais avaliadas no teste de emergência da plantula, com o aumento das concentrações dos óleos essenciais, com exceção do tratamento óleo de melaleuca na pós colheita (Figura 5).

Figura 2. 5 - Análise de regressão da emergência das plântulas de alface (%) submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



Os resultados referentes ao índice de velocidade da emergência da plântula foram similares aos da avaliação da emergência das plântulas, pois o IVE é resultante do número de plântulas normais emersas pelo tempo (Tabela 8).

Tabela 2. 8 - Índice de velocidade da emergência (%) de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IVE - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	14,0 a*	9,0 bc	8,0 c	4,9 c	4,0 c
Capim-limão	14,0 a	7,9 c	2,5 d	0,5 d	0,7 d
Alecrim	14,0 a	11,1 b	10,6 b	6,9 c	5,4 c
Eucalipto	14,0 a	13,0 a	13,0 a	13,0 a	8,7 b
Gengibre	14,0 a	11,5 b	11,0 b	10,6 b	10,2 b
Melaleuca	14,0 a	14,6 a	14,0 a	13,5 a	12,9 a
60 DAA					
Cravo	12,7 a	2,6 c	1,6 d	0,5 c	0,5 b
Capim-limão	12,7 a	1,5 c	0,7 d	0,4 c	0,1 b
Alecrim	12,7 a	9,5 b	10,3 ab	7,8 ab	5,6 a
Eucalipto	12,7 a	8,8 b	8,1 bcB	2,5 c	1,1 b
Gengibre	12,7 a	11,6 ab	11,6 a	10,3 a	6,1 a
Melaleuca	12,7 a	13,7 a	6,7 c	5,8 b	3,4 ab
120 DAA					
Cravo	12,0 a	1,4 e	0,8 d	0,8 d	0,4 d
Capim-limão	12,0 a	0,2 f	0,2 d	0,1 d	0,1 d
Alecrim	12,0 a	3,5 d	2,7 c	1,1 d	0,8 cd
Eucalipto	12,0 a	6,3 c	5,2 b	2,5 c	1,7 c
Gengibre	12,0 a	11,5 a	11,6 a	9,6 a	6,0 a
Melaleuca	12,0 a	9,9 b	5,6 b	5,2 b	3,0 b
180 DAA					
Cravo	9,0 a	1,3 cd	0,9 cd	0,4 d	0,1 c
Capim-limão	9,0 a	0,2 d	0,0 cd	0,0 d	0,0 c
Alecrim	9,0 a	2,5 c	2,5 c	2,3 c	0,9 c
Eucalipto	9,0 a	5,1 b	4,9 b	2,7 c	1,4 bc
Gengibre	9,0 a	8,6 a	8,5 a	8,5 a	5,6 a
Melaleuca	9,0 a	8,8 a	5,6 b	5,0 b	2,9 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Com 60 DAA, a emergência das plântulas de alface reduziu linearmente em função das concentrações dos óleos essenciais de alecrim, eucalipto e melaleuca (Figura 6-B). Aos

120 dias a resposta da emergência das plântulas de alface com o aumento na concentração dos óleos essenciais foi quadrática para todos os óleos essenciais (figura 6-C). E aos 180 DAA a redução foi linear para os tratamentos com os óleos de eucalipto e melaleuca (Figura 6-D).

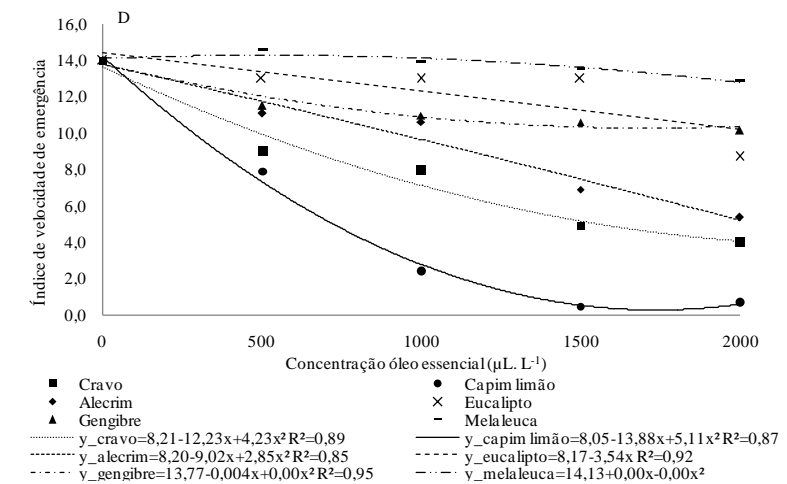
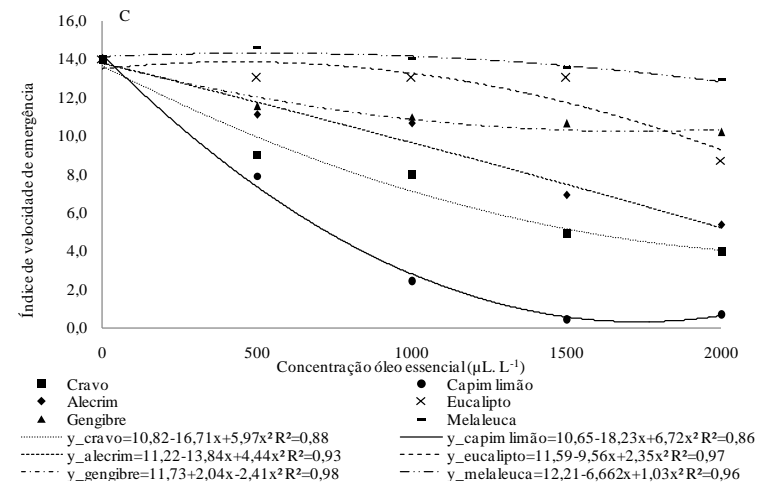
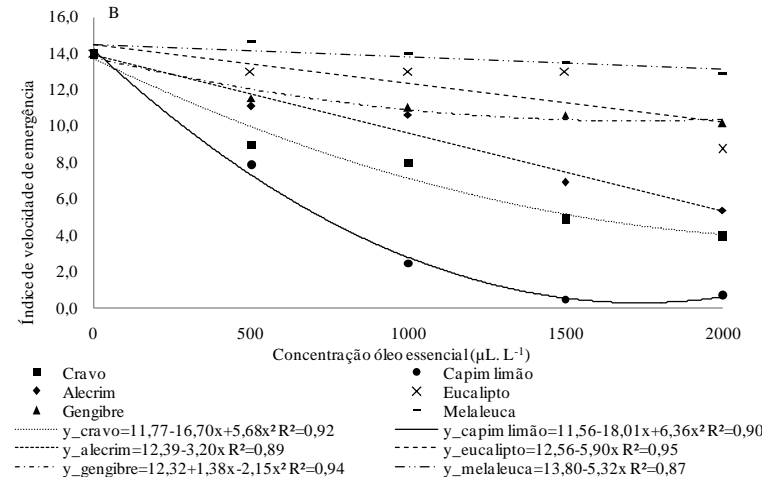
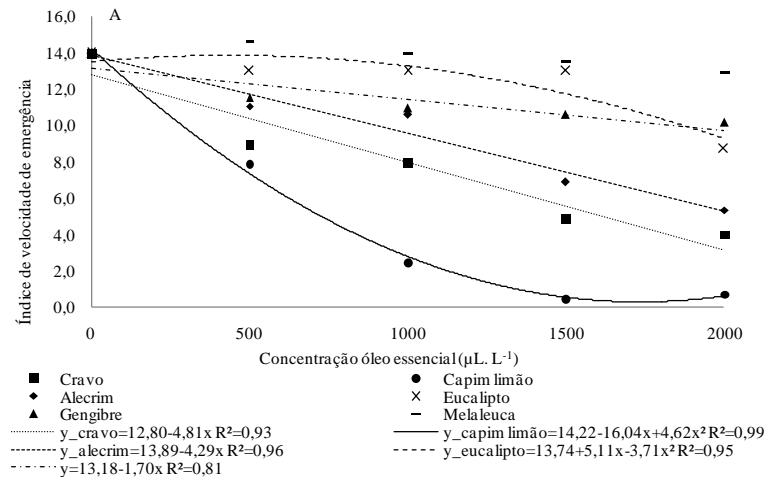
Houve redução significativa na velocidade da emergência das plântulas de alface com o aumento das concentrações dos óleos essenciais, com exceção do tratamento com o óleo essencial de melaleuca na pós colheita. Na pós colheita, nos tratamentos com os óleos essenciais de cravo, alecrim e gengibre essa redução foi linear, enquanto que nos tratamentos com capim-limão e eucalipto a resposta foi quadrática (Figura 6).

De acordo com as análises realizadas para determinação do atributo fisiológico das sementes de alface, tais como teste de germinação e vigor, por meio da primeira contagem do teste de germinação, IVG, IER, emergência da plântula e IVE, os tratamentos com os óleos essenciais de cravo e capim-limão, em geral, ocasionaram maiores prejuízos na germinação e vigor das sementes em relação as sementes tratadas com os óleos essenciais de gengibre e melaleuca.

Miranda et al. (2015) avaliaram o efeito biológico de óleos essenciais extraídos de folhas de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), manjerição de cravo (*Ocimum gratissimum* L.), manjerição (*Ocimum basilicum* L.) e dos compostos citral, eugenol e cineol na germinação e no vigor das sementes de alface. Esses autores observaram que os óleos essenciais de capim-limão e manjerição-de-cravo tiveram potencial alelopático, que pode ser atribuído às concentrações dos respectivos constituintes principais, citral e eugenol, que são monoterpenos que causam alterações celulares.

Santiago et al. (2017), avaliando o efeito do óleo essencial de *Backhousia citriodora* L. (murta-limão) em células meristemáticas de *Lactuca sativa* L., verificaram que nas células tratadas com o óleo essencial houve alterações na ligação dos cromossomos ao fuso mitótico. Esse processo impede a fixação dos microtúbulos do fuso mitótico à região centromérica dos cromossomos, prejudicando o ciclo celular. O óleo essencial de *Backhousia citriodora* L. possui citral e neral em sua composição. Essas substâncias também foram encontradas no óleo essencial de capim-limão 48,7 e 42,2% respectivamente (Tabela 1), o que pode ter influenciado negativamente no atributo fisiológico das sementes de alface. Segundo os mesmos autores, o óleo essencial de *Backhousia citriodora* L. (murta-limão) pode induzir danos no DNA e ativar o processo de ruptura celular.

Figura 2. 6 - Análise de regressão do índice de velocidade da emergência (%) de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



Flávio et al. (2014) verificaram redução dos resultados relacionados à primeira contagem do teste de germinação, à germinação e ao IVG em sementes de sorgo tratadas com o óleo essencial de canela na concentração de 10%. Viegas et al. (2005) relataram também que o óleo essencial de canela reduziu a germinação das sementes de amendoim, pois aumentou consideravelmente a quantidade das plântulas anormais. A principal substância do óleo essencial de canela é o eugenol, que é um fenilpropeno (fenol). Os fenóis em altas concentrações podem ser tóxicos, inibindo a germinação das sementes. O eugenol é a principal substância do óleo essencial de cravo, presente em 87,3% no óleo essencial utilizado nesse trabalho (Tabela 1).

Os principais fungos observados nas sementes de alface foram os dos gêneros *Cladosporium* sp. e *Alternaria* sp.

Nos tratamentos com os óleos essenciais de eucalipto e melaleuca (na concentração de até 1.000  $\mu\text{l L}^{-1}$ ) e gengibre (independente da concentração) houve incidência de *Cladosporium* sp. estatisticamente superior em relação aos tratamentos com os óleos essenciais de cravo, capim-limão e alecrim (Tabela 9). Gomes et al. (2016) verificaram redução da incidência de *Cladosporium* sp., a partir da concentração de 1,53 mL  $\text{L}^{-1}$  do óleo essencial de eucalipto.

No presente estudo, a partir dos 60 DAA, não foi observada a presença de *Cladosporium* sp. nas sementes de alface tratadas com o óleo essencial de capim-limão na concentração de 1.000  $\mu\text{l L}^{-1}$ , e no tratamento com o óleo essencial de cravo nas concentrações de 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  (Tabela 9). O óleo essencial de cravo tem mais de 80% de eugenol (Tabela 1). Ibrahim et al. (2012) constataram que o óleo essencial de cravo-da-índia (no qual o eugenol predomina) quando acrescentado no meio de cultura, foram observadas deformações significativas na morfologia e no crescimento celular das hifas de *Cladosporium herbarumem*, essa alterações foram acompanhados por alterações macroscópicas da colônia em combinação com a inibição substancial do crescimento.

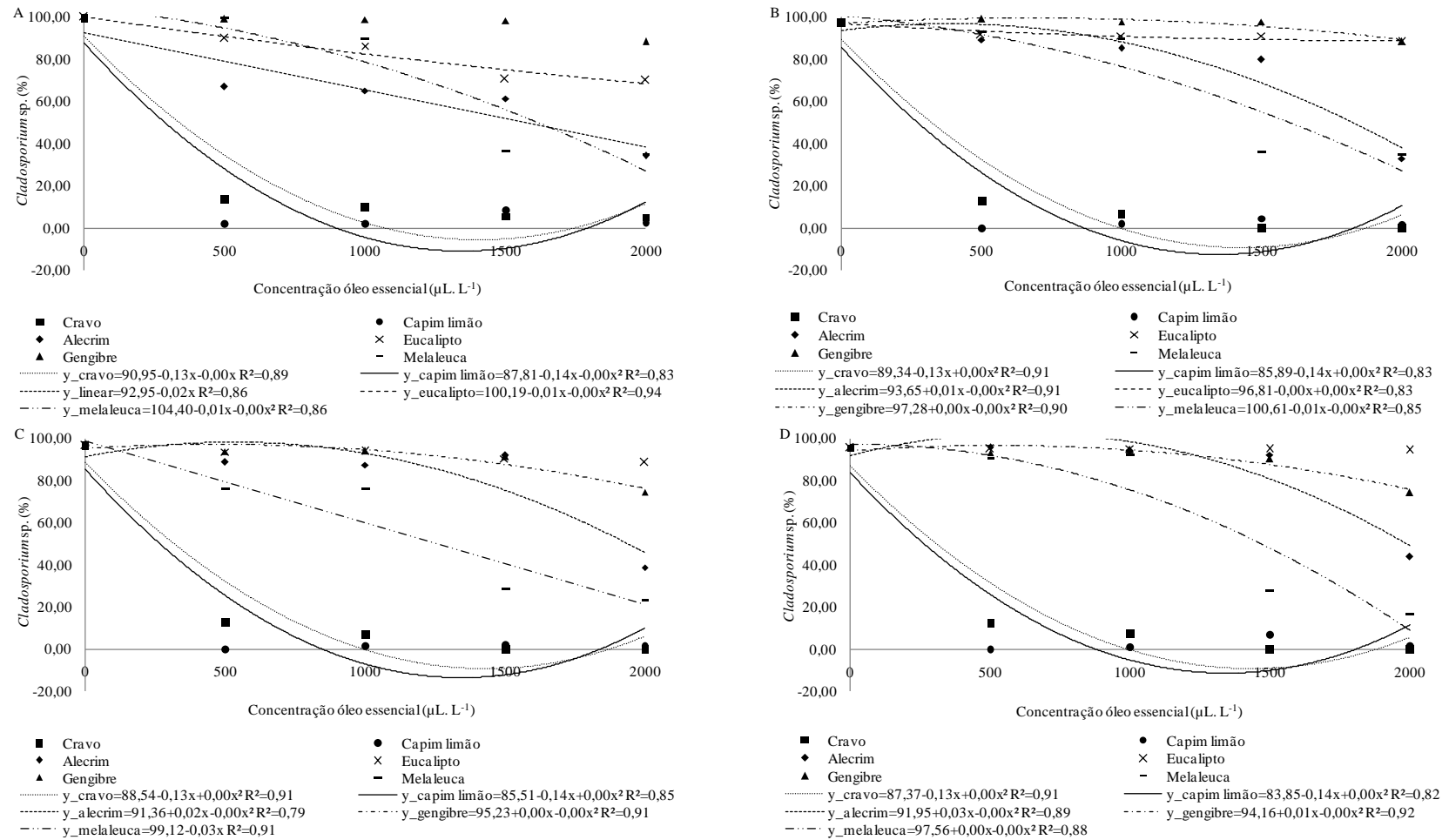
Houve redução linear na incidência de *Cladosporium* sp. em função do aumento das concentrações dos óleos de cravo, alecrim e melaleuca na pós colheita (Figura 7).

Tabela 2. 9 - Incidência de *Cladosporium* sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	<i>Cladosporium</i> sp. (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{l L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	100,00 a	14,00 c	10,00 c	5,50 d	5,00 d
Capim-limão	100,00 a	2,00 c	2,00 c	8,50 d	2,50 d
Alecrim	100,00 a	67,00 b	65,25 b	61,50 b	34,50 c
Eucalipto	100,00 a	90,00 a	86,50 a	70,75 b	70,00 b
Gengibre	100,00 a	99,50 a	99,00 a	98,50 a	88,50 a
Melaleuca	100,00 a	100,00 a	89,50 a	36,50 c	35,00 c
60 DAA					
Cravo	97,75 a	13,00 c	6,75 c	0,00 e	0,00 c
Capim-limão	97,75 a	0,00 d	2,00 c	4,50 e	1,50 c
Alecrim	97,75 a	89,38 b	85,25 b	80,00 cC	33,00 b
Eucalipto	97,75 a	91,50 b	91,25 b	91,25 b	88,25 a
Gengibre	97,75 a	99,25 a	98,00 a	98,00 a	88,50 a
Melaleuca	97,75 a	93,00 b	90,00 b	36,00 d	34,75 b
120 DDA					
Cravo	96,87 a	13,00 c	7,00 c	0,00 c	0,00 e
Capim-limão	96,87 a	0,00B d	1,50B c	2,00 c	1,50 e
Alecrim	96,87 a	89,00 a	87,50 a	92,00 a	38,75 c
Eucalipto	96,87 a	93,75 a	94,00 a	90,50 a	88,50 a
Gengibre	96,87 a	94,00 a	94,25 a	91,50 a	74,75 b
Melaleuca	96,87 a	76,00 b	76,00 b	28,50 b	23,00 d
180 DAA					
Cravo	95,75 a	12,50 c	7,50 b	0,00 d	0,00 d
Capim-limão	95,75 a	0,00 d	1,00 c	7,00 c	1,50 d
Alecrim	95,75 a	96,00 a	94,50 a	92,50 a	44,00 b
Eucalipto	95,75 a	95,25 ab	95,50 a	95,00 a	94,50 a
Gengibre	95,75 a	93,50 ab	95,00 a	90,50 a	74,50 a
Melaleuca	95,75 a	90,50 b	92,50 a	28,00 b	16,50 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Figura 2. 7 - Análise de regressão da incidência de *Cladosporium* sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.





Para a incidência de *Alternaria* sp. nas sementes de alface houve interação significativa dos fatores óleo e concentração até os 120 DAA. Na pós colheita, a incidência de *Alternaria* sp. foi significativamente inferior nas sementes que receberam o tratamento com óleo essencial de capim-limão na concentração de 500  $\mu\text{l L}^{-1}$  em relação aos demais óleos essenciais. Já nas concentrações de 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  dos óleos essenciais de cravo e capim-limão, os resultados foram semelhantes (Tabela 10).

O óleo de cravo também apresentou atividade antifúngica, que pode ser atribuída a presença de eugenol (87,3%) (Tabela 1). A porcentagem de eugenol detectada a partir do óleo de cravo nesse estudo foi superior ao relatado por outros autores (BOUKAEW; PRASERTSAN; SATTAYASAMITSATHIT, OMIDBEYGI et al., 2017). As diferenças na composição podem ser causadas por diferenças entre regiões de cultivo, tempo de armazenamento e estações de cultivo (SHARMA; TRIPATHI, 2008). Abbaszadeh et al. (2014) e Jahanshiri et al. (2015) também relataram atividade antifúngica do eugenol em relação aos fungos *Cladosporium* sp e *Aspergillus* sp.

Até os 60 DAA, os óleos essenciais de gengibre, melaleuca e eucalipto não foram eficientes para o controle de *Alternaria* sp. nas sementes de alface (Tabela 10). Esse resultado foi similar ao obtido por Pereira et al. (2016) que verificaram que o óleo essencial de *Eucalyptus globulus* não foi eficiente para o controle dos patógenos presentes nas sementes de *Schinus molle* L. (aroeira).

Não houve interação entre os óleos essenciais e as diferentes concentrações aos 180 DAA. Mas é possível observar que os resultados relacionados aos óleos essenciais de cravo e de capim-limão tiveram redução, estatisticamente significativa, da incidência de *Alternaria* sp. em relação aos demais tratamentos (Tabela 11).

A utilização dos óleos essenciais de gengibre (na pós colheita e aos 60 DAA) e eucalipto (na pós colheita) não foram eficientes na redução de *Alternaria* sp. em relação ao tratamento controle (Figura 8 A e B). Com 180 dias de armazenamento, mesmo que a interação entre os fatores não tenha apresentado variação estatisticamente significativa, houve redução linear da incidência de *Alternaria* sp. com a utilização dos óleos essenciais em comparação ao resultado do controle, de acordo com o modelo proposto, com reduções mais acentuadas para as concentrações iniciais, tendendo a estabilização a partir das concentrações mais elevadas (Figura 8 D).

Tabela 2. 10 - Incidência de *Alternaria* sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	<i>Alternaria spp</i> (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	100,00 a	30,00 b	7,00 c	6,00 d	6,50 c
Capim-limão	100,00 a	15,00 c	14,50 c	8,50 d	10,00 c
Alecrim	100,00 a	92,50 a	70,75 b	68,50 b	48,50 b
Eucalipto	100,00 a	100,00 a	98,00 a	93,00 a	90,50 a
Gengibre	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Melaleuca	100,00 a	100,00 a	97,50 a	45,50 c	44,00 b
60 DAA					
Cravo	100,00 a	17,50 a	8,25 c	4,50 d	6,60 d
Capim-limão	100,00 a	6,00 c	6,00 c	5,50 d	2,25 d
Alecrim	100,00 a	91,50 b	71,75 b	68,25 b	48,50 c
Eucalipto	100,00 a	98,50 a	98,00 a	98,00 a	87,50 b
Gengibre	100,00 a	100,00 a	100,00 a	99,50 a	99,50 a
Melaleuca	100,00 a	100,00 a	96,25 a	49,00 c	43,75 c
120 DDA					
Cravo	29,25 a	9,50 bc	9,00 abc	0,00 c	1,50 b
Capim-limão	29,25 a	4,50 c	4,50 c	4,00 bc	1,00 b
Alecrim	29,25 a	14,75 ab	14,00 ab	14,00 a	11,00 a
Eucalipto	29,25 a	18,25 a	16,00 a	15,00 a	12,50 a
Gengibre	29,25 a	16,00 ab	16,00 a	9,50 ab	9,25 a
Melaleuca	29,25 a	7,00 c	7,00 bc	10,50 ab	11,00 a

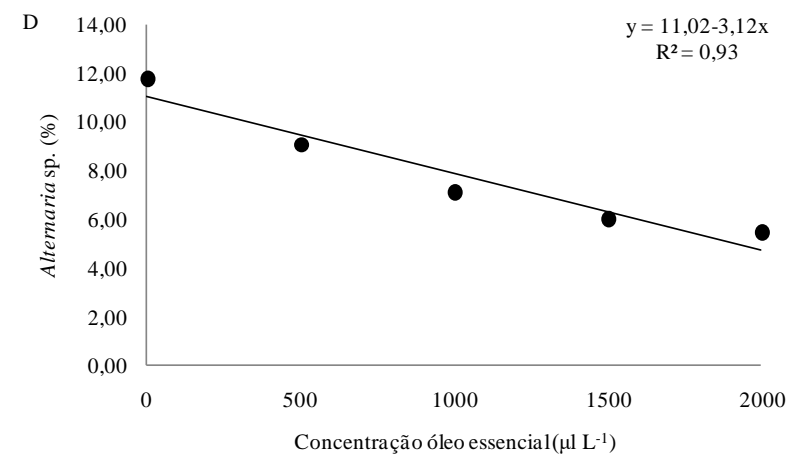
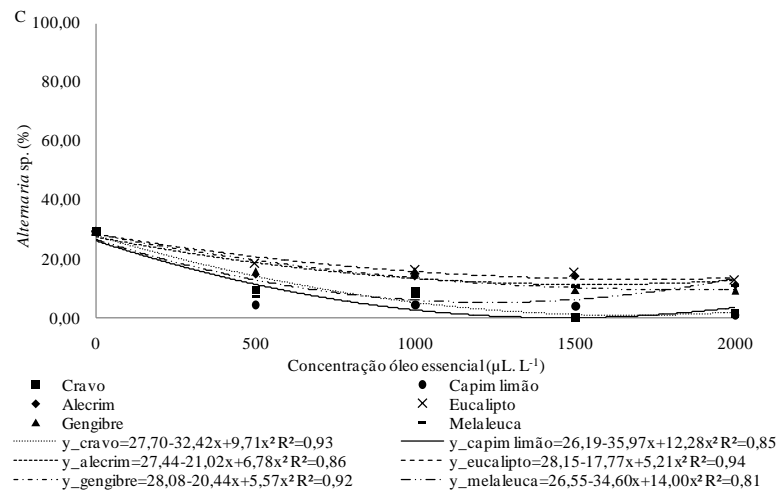
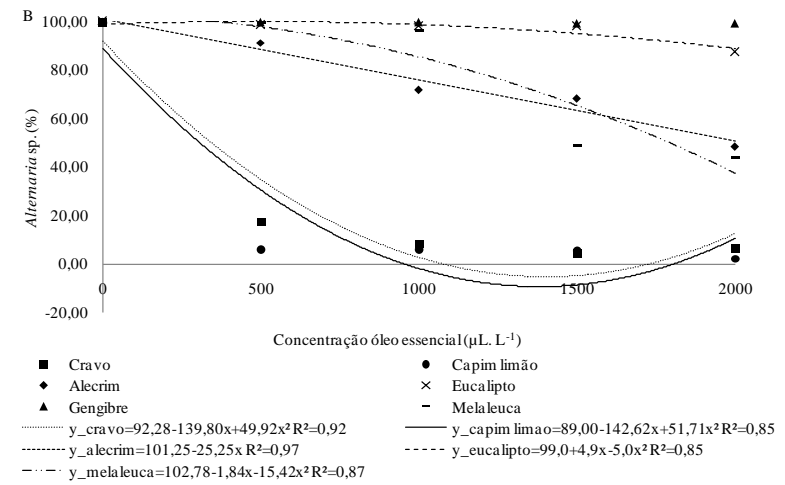
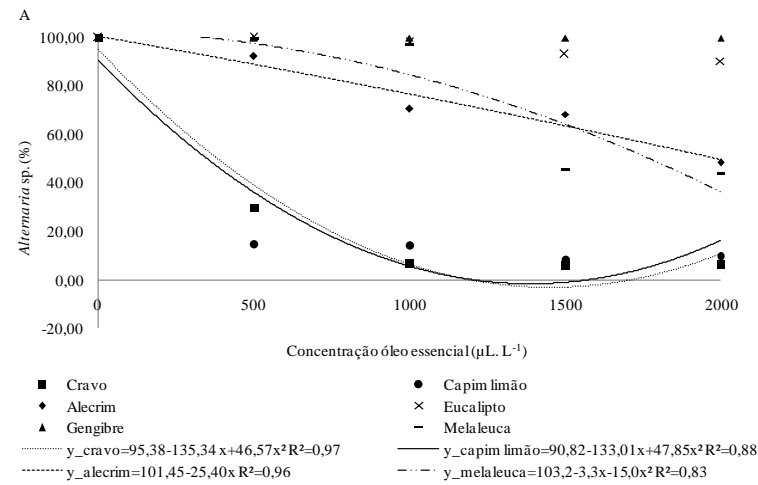
Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Tabela 2. 11 - Incidência de *Alternaria* sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  aos 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	<i>Alternaria</i> sp. (%) - 180 DAA
Cravo	5,40 c
Capim-limão	3,18 c
Alecrim	11,50 a
Eucalipto	9,70 ab
Gengibre	9,45 ab
Melaleuca	8,20 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Figura 2. 8 - Incidência de *Alternaria* sp. (%) em sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



A *Alternaria* sp. é um fungo considerado de campo, onde as condições de alta umidade relativa e temperaturas altas favorecem o desenvolvimento, por outro lado, em condições de armazenamento é comum ocorrer a redução na incidência desse patógeno, devido inadequação do ambiente do armazém para o desenvolvimento deste fungo (KUROZAWA; PAVAN, 2016).

Os óleos essenciais de capim-limão e cravo foram os mais eficientes para a redução da incidência de *Alternaria* sp., porém, foram também os que causaram redução, estatisticamente significativa da germinação e do vigor das sementes de alface. Segundo Miranda et al. (2015) os efeitos de um óleo essencial sobre as sementes e plântulas é frequentemente atribuído a sua composição química, que afeta a germinação da semente e o crescimento de plantas, por causarem modificações morfológicas e fisiológicas nos vegetais.

## 2.4 CONCLUSÕES

A aplicação nas sementes de alface dos óleos essenciais de cravo, capim-limão, eucalipto, gengibre, alecrim e melaleuca, em concentrações de 500  $\mu\text{L. L}^{-1}$  e superiores, causaram redução na germinação e no vigor das sementes de alface.

A aplicação nas sementes de alface dos óleos essenciais de cravo e capim-limão, em concentrações de 500  $\mu\text{L. L}^{-1}$  ou superiores e os de alecrim e melaleuca, em concentrações superiores a 1.000  $\mu\text{L. L}^{-1}$  e 1.500  $\mu\text{L. L}^{-1}$ , respectivamente, são eficientes para a redução da incidência de *Alternaria* spp.

Não é tecnicamente viável aplicar os óleos essenciais de cravo, capim-limão, eucalipto, gengibre e melaleuca, na pós colheita e para armazenar as sementes de alface, em função da redução do parâmetro fisiológico com concentrações superiores a 500  $\mu\text{L. L}^{-1}$ .

### **CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS FISIOLÓGICO E SANITÁRIO DE SEMENTES ORGÂNICAS DE COENTRO TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS DURANTE O ARMAZENAMENTO.**

#### **RESUMO**

Para a produção orgânica de sementes não é indicado o controle de fungos com fungicidas de natureza química, o que requer a utilização de produtos biológicos. Neste sentido, a utilização de óleos essenciais, derivados das plantas, é uma possibilidade para o controle de microrganismos. Nesta pesquisa foi avaliada a viabilidade técnica da aplicação nas sementes orgânicas de coentro, da variedade Verdão, os óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca, nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ , além do controle. No início do armazenamento e a cada 60 dias as sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, à germinação, ao índice de velocidade de germinação e de emissão de raízes, à emergência da plântula e ao índice de velocidade de emergência da plântula, aos comprimentos da parte aérea, raiz, comprimento total e à sanidade. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (6x5) com quatro repetições. Com o aumento da concentração dos óleos essenciais, houve redução linear na germinação e redução na incidência de *Alternaria* sp. com a utilização dos óleos de cravo e alecrim na concentração de 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ , eucalipto na concentração de 1.500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  e gengibre com 2.000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ . Portanto há possibilidade de utilizar os óleos essenciais de cravo e alecrim na concentração de até 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  para reduzir a incidência de *Alternaria* sp. sem causar redução significativa na germinação.

Palavras – chave: Germinação. Vigor. Sanidade. *Coriandrum sativum*.

### **CHAPTER 3 - EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL AND SANITARY ATTRIBUTES OF ORGANIC SEEDS OF COENTRO TREATED WITH ESSENTIAL OILS DURING STORAGE.**

#### **ABSTRACT**

For the organic production of seeds the control of fungi with chemical fungicides is not indicated, which requires the use of biological products. In this sense, the use of essential oils, derived from plants, is a possibility for the control of microorganisms. In this research, the technical feasibility of the application of the essential oils of carnation, lemon grass, rosemary, eucalyptus, ginger and melaleuca in the concentrations of 500, 1.000, 1.500 and 2.000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ , in addition to the control. At the beginning of storage and every 60 days the seeds evaluated for water content, germination, germination speed and root emission index, seedling emergence and seedling emergence index, aerial part, root, total length and sanity. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme (6x5) with four replications. With the increase of the oil concentration, there was a linear reduction in the germination and reduction in the incidence of *Alternaria* sp. with the use of clove and rosemary oils in the concentration of 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ , eucalyptus at the concentration of 1,500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  and ginger with 2.000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ . Therefore it is possible to use clove and rosemary essential oils in the concentration of up to 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  to reduce the incidence of *Alternaria* sp. without cause significant reduction in germination.

Key words: Germination. Vigor. Sanity. *Coriandrum sativum*.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O coentro (*Coriandrum sativum*) é uma hortaliça folhosa muito utilizada na culinária brasileira, em especial na região Nordeste do Brasil, talvez, por sua adaptação, que segundo Filgueira (2008) é uma espécie de clima tropical. Pertence a mesma família da cenoura, Apiaceae (Joly, 2002), e é fonte de Ca, Fe, vitamina C e A (WANDERLEY JUNIOR; NASCIMENTO, 2010). Sua semente é do tipo diaquênio (com dois embriões). É muito utilizada como condimento e na parte medicinal, sendo sua forma de propagação por sementes.

A qualidade das sementes é essencial para obtenção de mudas vigorosas, uniformes e para atingir altas produtividade e qualidade (NASCIMENTO; PEREIRA, 2007). Isso é fundamental para o produtor, pois por si só a qualidade das sementes favorece a produção (PEREIRA; MUNIZ; NASCIMENTO 2005).

O tratamento de sementes é uma das etapas importantes na manutenção da qualidade fisiológica e sanitária, constituindo uma das formas eficientes e econômicas de controlar patógenos prejudiciais às sementes. Na produção orgânica de sementes não há utilização de produtos químicos como, por exemplo, os fungicidas, e o controle dos patógenos associados às sementes é uma preocupação a mais para as empresas, o que torna imprescindível a realização de pesquisas para estabelecer formas alternativas de tratamento. Por isso, estudos com extratos vegetais e óleos essenciais visam buscar compostos ativos com amplo espectro de ação, baixa toxicidade e custo reduzido (ROCHETE; ENGELEN; VANDEN BOSSCHE, 2003, ANGIONI et al., 2004).

Os óleos essenciais são tidos como substâncias voláteis naturais, encontrados em uma ampla variedade de plantas, sendo misturas complexas resultantes da interação entre diferentes classes de compostos, como terpenos, monoterpenos, sesquiterpenos, compostos aromáticos, fenóis, aldeídos, cetonas, alcoóis e ésteres (BAKKALI et al., 2008; ANDRÉS et al., 2012; ARAGÃO et al., 2015). Os óleos essenciais podem ser utilizados como método eficaz para o controle de doenças, além de proporcionar menor risco de contaminação do ambiente e dos alimentos causados pelos produtos químicos (XAVIER et al., 2012).

O controle de patógenos pós colheita pode ser obtido pela aplicação de óleos essenciais (BOUKAEW; PRASERTSAN; SATTAYASAMITSATHIT, 2017). Várias fontes de óleos essenciais incluem canela, cravo, eucalipto, hortelã-pimenta, erva-cidreira e gengibre (TYAGI; MALIK, 2011; NERILO et al., 2016).



Porém, devido aos diferentes compostos presentes nesses óleos, a interação desses e sua concentração podem interferir no desenvolvimento celular (MIRANDA et al., 2015). Flávio et al. (2014) verificaram que o óleo essencial de alfavaca-cravo reduziu a infestação de fungos, principalmente *Penicillium* sp. em sementes de sorgo porém, reduziu a viabilidade e o vigor das mesmas. Em sementes de repolho, Amini et al. (2018) verificaram redução de *Xanthomonas campestris* com utilização do óleo essencial de *Zataria multiflora*, porém, os mesmos autores verificaram redução significativa na porcentagem de germinação das sementes com  $463,5 \mu\text{g ml}^{-1}$  do óleo essencial.

Também o armazenamento constitui etapa praticamente obrigatória em um programa de produção de sementes, sendo a principal preocupação durante o período a preservação da qualidade das sementes, pois as infecções por microrganismos podem reduzir a qualidade das sementes (NASCIMENTO et al., 2006). Boukaew et al. (2017) verificaram que a fumigação de óleo essencial de cravo-da-índia com menos de  $5 \mu\text{L L}^{-1}$  por 100 sementes de milho pode ser aplicada para proteger as sementes de *Aspergillus flavus* durante o armazenamento. Porém, resultados como esses ainda são escassos na literatura devido a diversidade de compostos presentes nos óleos essenciais.

Portanto o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação dos óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca, em diferentes concentrações, nos parâmetros fisiológico e sanitário de sementes orgânicas de coentro durante o armazenamento.

### 3.2 METODOLOGIA

As sementes orgânicas de coentro (variedade Verdão), recém colhidas, fornecidas pelo Centro de pesquisa da Fundação Mokiti Okada foram produzidas no ano de 2017 em Ipeúna-SP. As aplicações dos produtos e as análises das sementes foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes da UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa) em Ponta Grossa – PR.

Os óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), gengibre (*Zingiber officinale*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) foram aplicados nas sementes nas concentrações de 500; 1.000; 1.500 e 2.000  $\mu\text{L. L}^{-1}$  acrescidos de Tween 80 a 1% (v/v) para facilitar a emulsificação dos óleos em água destilada (Brito et al., 2010), além do controle, utilização de 1L de água destilada.

A aplicação dos óleos essenciais nas sementes foi por imersão por período de três minutos. Para isso 24 gramas de sementes de coentro foram colocadas em 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 mL de cada óleo essencial e acrescentados 1L de água, além do controle, conforme método descrito por Brito et al. (2010) e, em seguida, as sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel mata borrão esterilizado, para secagem em ambiente natural, até atingiram 6% de água. Posteriormente, foram colocadas em sacos aluminizados para o armazenamento em câmara fria a 10 °C e 55% de umidade relativa do ar, no Laboratório de Genética Molecular da UEPG.

Os óleos essenciais utilizados para a pesquisa foram analisados quanto à composição química, no laboratório de cromatografia da Universidade Federal de Minas Gerais (Tabela 1). A metodologia utilizada foi Cromatografia Gasosa de Alta Resolução com um cromatógrafo a gás AGILENT 7820<sup>a</sup>, coluna: HP-5 30m x 0,32mm x 0,25  $\mu\text{m}$  (AGILENT). Temperatura: Coluna: 50 °C (0 min), 3 °C /min a 200 °C. Injetor: 220 °C Split: 1/50. Detector FID: 220 °C. Volume de injeção: 1  $\mu\text{l}$  (concentração 1,0 % em clorofórmio).

As avaliações da qualidade das sementes foram realizadas imediatamente após o tratamento e aos 60, 120 e 180 dias após o armazenamento.

Tabela 3.1 - Análise de cromatografia gasosa dos óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), gengibre (*Eucalyptus globulus*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*).

Constituintes (%)	Cravo ( <i>Eugenia caryophyllus</i> )	Capim-limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> )	Alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> )	Gengibre ( <i>Zingiber officinale</i> )	Melaleuca ( <i>Melaleuca alternifolia</i> )
1,8-cineol			39,6	89,9		1,4
Ar-curcumeno					15,2	
Canfeno		0,2	0,9		7,1	
Canfeno						0,4
Canfora			27,7			
Carveol		0,1				
Cis-calameno						0,3
Citronelal		0,5				
Crisantenol		1,0				
Eugenol	87,3		0,6			
E- $\beta$ -ocimeno				0,6		
Geranial	0,4	48,7				
Geranil acetato		0,9				
Germacreno d					3,0	
Hidrato sabineno					3,0	
Limonemo		0,3	22,0	1,5	4,0	2,2
Linalool		0,2	0,8			
Mirceno		0,6	0,8	2,3		0,4
Neral		42,2				
Oxido cariofileno	0,4	0,8				
p-cimeno			1,6	0,2		2,8
Salicilato metila	0,2					
Sesquifelandreno					12,6	
Terpinen-4-ol						42,5
Terpinoleno				0,1		3,4
Trans verbenol		0,7				
Viridiflorino						0,4
Zingibereno					30,5	
Z- $\beta$ -ocimeno		0,1		0,1		
$\alpha$ -copaeno	0,5					
$\alpha$ -farneseno					9,0	
$\alpha$ -felandreno						1,0
$\alpha$ -humuleno	1,8	0,6				
$\alpha$ -pineno			2,9	2,2	2,8	5,0
$\alpha$ -terpineno				1,4		10,0
$\alpha$ -terpineol						7,3
$\alpha$ -thujeno						0,3
$\beta$ -bisaboleno					4,0	
$\beta$ -cariofileno	9,3	0,7	0,8			
$\beta$ -gurjuneno						0,2
$\beta$ -pineno			1,5	1,6		0,4
$\gamma$ -muuroleno		0,2				
$\gamma$ -terpineno		0,3				20,4
Outros	0,4	1,5	0,8	0,3	8,7	1,7

### 3.2.1 Determinação do teor de água

Para a determinação do teor de água foi utilizado o método de estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , adaptado de Brasil (2009a). Para isso, 2,0 gramas de sementes foram colocados em

recipientes previamente identificados e pesados em balança de precisão (0,001 gramas). Os recipientes foram colocados abertos na estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 horas. Após o período de secagem, os recipientes foram tampados e colocados em dessecador até esfriar para a pesagem. O resultado foi expresso em porcentagem de água com uma casa decimal.

### 3.2.2 Teste de germinação (G)

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas sobre papel (Germitest), umedecido com água, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram colocados em uma câmara de germinação, onde permaneceram à temperatura constante de  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , com as avaliações no 21<sup>o</sup> dia após a semeadura, conforme indicado nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a). O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

### 3.2.3 Primeira contagem do teste de germinação (PCG)

Registro das quantidades das plântulas normais, obtido no 9<sup>o</sup> dia do teste de germinação, conforme indicado nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a). O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

### 3.2.4 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Calculado a partir dos dados obtidos no teste de germinação, item 2.2.1. As avaliações foram realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgiram as primeiras plântulas normais, cuja quantidade foi registrada e essas plântulas foram removidas do papel. Para calcular o índice de velocidade de germinação, foi utilizada a fórmula descrita por Maguire (1962). O resultado foi expresso pelo índice e com uma casa decimal.

### 3.2.5 Índice de emissão de raízes (IER)

Determinada a partir das plântulas obtidas no teste de germinação, item 3.2.3. As avaliações foram realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgiram as

primeiras raízes normais, cuja quantidade foi registrada. Para calcular o índice de emissão de raízes, foi utilizada a fórmula descrita por Maguire (1962). O resultado foi expresso pelo índice e com uma casa decimal.

### 3.2.6 Emergência da plântula (EP)

Foram avaliadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas em bandejas plásticas de 200 células. As sementes foram semeadas a uma profundidade de 1 cm, sendo uma semente por célula. O substrato utilizado era composto de turfa, corretivos, vermiculita, carvão vegetal e casca de pinus, de nome comercial BASAPLANT®.

O substrato foi umedecido diariamente com quantidade de água equivalente a 60% da sua capacidade de retenção, ficando as bandejas distribuídas ao acaso dentro da casa de vegetação, a 25 °C e umidade relativa de 70%. As avaliações foram realizadas no 21º dia após a semeadura (período em que houve a estabilização da emergência das plântulas). Os resultados foram expressos em percentual de plântulas emersas (NAKAGAWA, 1994).

### 3.2.7 Índice de velocidade de emergência da plântula

Calculado a partir dos dados obtidos nas avaliações diárias da emergência da plântula, item 2.2.5. O índice foi representado pelo número de plântulas emergidas diariamente até o 21º dia após a semeadura, conforme a fórmula adaptada de Maguire (1962).

### 3.2.8 Comprimento da plântula

Foi avaliado de acordo com os procedimentos descritos por Nakagawa (1994). Avaliou-se quatro repetições de 10 sementes semeadas sobre uma linha traçada no terço superior do papel para a germinação das sementes (Germitest), umedecido com água, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. A seguir foram mantidas a 20 °C, com as avaliações dos comprimentos da parte aérea, da raiz e da plântula no 21º dia após a semeadura e os resultados expressos em centímetros.

### 3. 2.9 Avaliação do Parâmetro Sanitário

As 200 sementes (8 repetições de 25 sementes) foram colocadas em caixas plásticas, previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio por 24 horas e limpas com álcool, sobre duas folhas de papel filtro umedecido 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes permaneceram por sete dias em câmara de incubação tipo BOD, regulada 20 °C e em fotoperíodo diário de 12 horas. A avaliação quanto à presença dos fungos nas sementes foi realizada aos sete dias após a semeadura, utilizando a lupa e o microscópio, classificando os fungos por gênero. Os resultados foram expressos em porcentagem de ocorrência dos fungos observados (BRASIL, 2009b).

### 3. 2.10 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), em esquema fatorial 6x4+1, sendo seis óleos essenciais e quatro concentrações + tratamento controle, com quatro repetições para as variáveis para as análises de germinação e vigor, e oito repetições para a análise sanitária.

Os dados foram analisados quanto à análise de variância para verificar a significância da interação dos fatores óleo essencial e concentração. Quando os resultados das análises foram significativos para a concentração do óleo essencial, os dados foram submetidos a análise de regressão polinomial, até terceiro grau, e quando significativos para óleo essencial, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando necessário, os dados em porcentagem foram transformados em  $y = \arcsin(\sqrt{x/100})$ . Para as análises o programa estatístico utilizado foi o R Studio.

### 3. 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de água nas sementes de coentro oscilou entre 6,5 e 7,0% do início do armazenamento até os 180 DAA. Esse teor de água é indicado para manter as sementes de hortaliças em embalagens impermeáveis (JAMES, 1967 apud PESKE; VILLELA; LABBÉ-BAUDET, 2009) e esta variação da quantidade de água das sementes não é suficiente para interferir nos resultados dos testes utilizados para avaliar a qualidade das sementes.

A Tabela 2 mostra o quadro de análise de variância para as sementes de coentro. Para algumas variáveis houve interação para os fatores óleo essencial e concentração.

Os resultados relacionados à primeira contagem do teste de germinação das sementes de coentro (com 9 dias após a semeadura) indicaram que não houve diferença estatisticamente significativa, decorrente da aplicação dos óleos cuja concentração foi  $500 \mu\text{l L}^{-1}$ , da pós colheita até os 60 dias após armazenamento (DAA). Esse resultado também foi observado para as concentrações de  $1.000 \mu\text{l L}^{-1}$  nas sementes armazenadas até 60 dias. Na concentração de  $1.000 \mu\text{l L}^{-1}$  nas sementes sem armazenamento submetidas à aplicação dos óleos de eucalipto, gengibre, cravo e melaleuca a germinação foi estatisticamente superior aos tratamentos com os óleos de capim-limão e alecrim na mesma concentração (Tabela 3).

Para a aplicação do óleo essencial de capim-limão, nas concentrações de 1.500 e  $2.000 \mu\text{l L}^{-1}$ , houve redução significativa, da germinação até os 60 DAA, quando comparado aos resultados dos demais óleos essenciais (Tabela 3).

Aos 120 dias de armazenamento, para o tratamento com o óleo essencial de cravo, na concentração de  $500 \mu\text{l L}^{-1}$ , a germinação foi estatisticamente inferior em relação aos tratamentos com os óleos essenciais de alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca. Quando as sementes foram tratadas com 1.000, 1.500 e  $2.000 \mu\text{l L}^{-1}$  com os óleos essenciais de capim-limão e cravo na concentração de  $2.000 \mu\text{l L}^{-1}$  a primeira contagem de germinação foi estatisticamente inferior em relação aos tratamentos com os óleos essenciais de gengibre, alecrim, eucalipto e melaleuca (Tabela 3).

Para a primeira contagem do teste de germinação, o tratamento com o óleo essencial de eucalipto foi estatisticamente superior quando comparado aos resultados dos demais tratamentos (Tabela 4).

Tabela 3. 2 - Resumo da análise de variância de sementes de coentro, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Fonte de variação	Primeira contagem germinação	Germinação	Índice veloc. de germinação	Índice emissão de raízes	Emergência de plântula	Índice veloc. de emergência	Comp. parte aérea	Comp. raíz	Comp. total	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.
Pós colheita inicial												
Óleo essencial (OE)	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	*	**
Concentração (C)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OE X C	*	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	ns
CV (%)	8,89	7,05	8,69	7,27	9,55	8,75	20,63	20,48	17,71	9,35	21,20	24,86
60 DAA												
Óleo essencial (OE)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Concentração (C)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OE X C	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	11,78	7,84	12,27	8,69	12,38	10,43	22,61	22,85	19,92	10,59	22,45	15,37
120 DAA												
Óleo essencial (OE)	*	*	*	*	**	*	*	ns	*	*	*	*
Concentração (C)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OE X C	*	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	17,84	13,28	19,78	20,09	7,58	7,13	17,61	16,78	15,49	7,43	20,31	13,53
180 DAA												
Óleo essencial (OE)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Concentração (C)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OE X C	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns	*
CV (%)	13,24	12,12	12,12	23,16	8,94	9,23	13,35	21,81	22,48	5,45	18,23	19,91

ns = não significativo.

\* = significativo a 1% de probabilidade ( $pr > fc$ )

\*\* = significativo a 5% de probabilidade ( $pr > fc$ )



Tabela 3. 3 - Primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$  e tratamento controle, na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	Primeira contagem (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	45 a	44 a	43 ab	38 a	36 a
Capim-limão	45 a	42 a	37 c	21 b	12 b
Alecrim	45 a	41 a	37 c	39 a	39 a
Eucalipto	45 a	43 a	42 ab	36 a	36 a
Gengibre	45 a	42 a	40 ab	39 a	37 a
Melaleuca	45 a	45 a	44 a	40 a	40 a
60 DAA					
Cravo	41 a	42 a	38 a	37 a	36 a
Capim-limão	41 a	40 a	38 a	20 b	12 b
Alecrim	41 a	40 a	37 a	38 a	38 a
Eucalipto	41 a	41 a	39 a	37 a	36 a
Gengibre	41 a	41 a	38 a	37 a	36 a
Melaleuca	41 a	40 a	39 a	39 a	38 a
120 DAA					
Cravo	36 a	24 b	25 ab	25 ab	11 d
Capim-limão	36 a	27 ab	21 b	21 b	9 d
Alecrim	36 a	36 a	34 a	33 a	31 ab
Eucalipto	36 a	35 a	34 a	25 ab	24 bc
Gengibre	36 a	36 a	36 a	35 a	34 a
Melaleuca	36 a	36 a	34 a	29 ab	16 cd

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Tabela 3. 4 - Primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de coentro, submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$  e tratamento controle, 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	Primeira contagem do teste de germinação (%) - 180 DAA
Cravo	14 b
Capim-limão	10 c
Alecrim	13 b
Eucalipto	18 a
Gengibre	14 b
Melaleuca	13 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Com o aumento das concentrações dos óleos essenciais aplicados nas sementes de coentro, houve redução significativa e linear para a primeira contagem do teste de germinação, na pós colheita, nas aplicações dos óleos essenciais de cravo, gengibre e eucalipto. Já, aos 60 DAA apenas a aplicação do óleo de capim-limão teve variação estatisticamente significativa e aos 120 DAA houve redução linear para primeira contagem do teste de germinação com as aplicações dos óleos essenciais de cravo, capim-limão, eucalipto e melaleuca. Aos 180 DAA houve redução linear da germinação das sementes de coentro com a aplicação dos óleos essenciais (Figura 1).

Para os resultados do teste de germinação, não houve interação significativa entre os fatores analisados (Tabela 5). A germinação das sementes foi de 76% após a colheita para as sementes do tratamento controle. Resultados esses comuns para as sementes de coentro, conforme afirmaram Pereira, Muniz e Nascimento (2005) que têm problemas relacionados ao vigor das sementes, ao estabelecimento da planta e à presença de doenças. Segundo a normativa nº457 de 18 de dezembro de 1986, as sementes de coentro devem ter germinação mínima de 60% para distribuição, transporte e comércio de sementes no país (BRASIL, 1986).

Na pós colheita, a porcentagem de germinação das sementes nas quais foram aplicados os óleos essenciais de eucalipto, gengibre, cravo e melaleuca foi estatisticamente superior as tratadas com o óleo essencial de capim-limão. A partir dos 60 DAA, além dos resultados das aplicações com os óleos de eucalipto, gengibre, cravo e melaleuca, as com o óleo essencial de alecrim também evidenciaram a superioridade da germinação para as tratadas com o óleo essencial de capim-limão (Figura 2). Segundo Almeida (1991), a germinação das sementes ou o desenvolvimento das plântulas de determinadas espécies tem influência de aleloquímicos contidos nos óleos vegetais. O óleo essencial de capim-limão, apresentou 48,7% de concentração de citral, isômero do geranial (Tabela 1). Segundo Miranda et al. (2015) esse composto reduz a germinação das sementes, destruindo as células e tornando-se tóxico.

Figura 3. 1 - Análise de regressão da primeira contagem de germinação (%) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

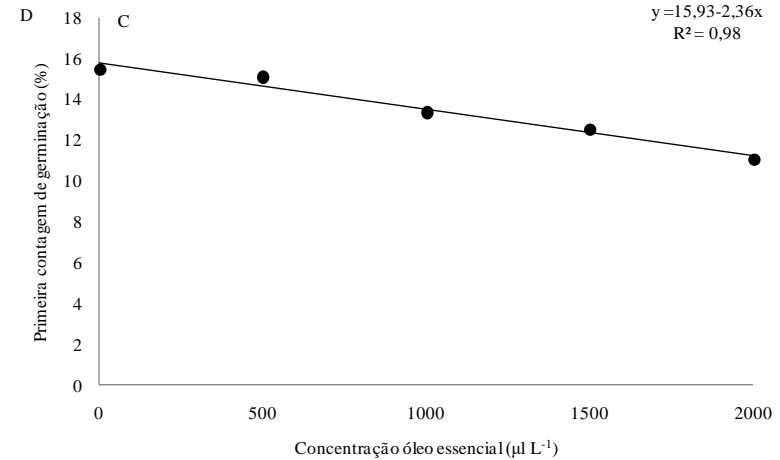
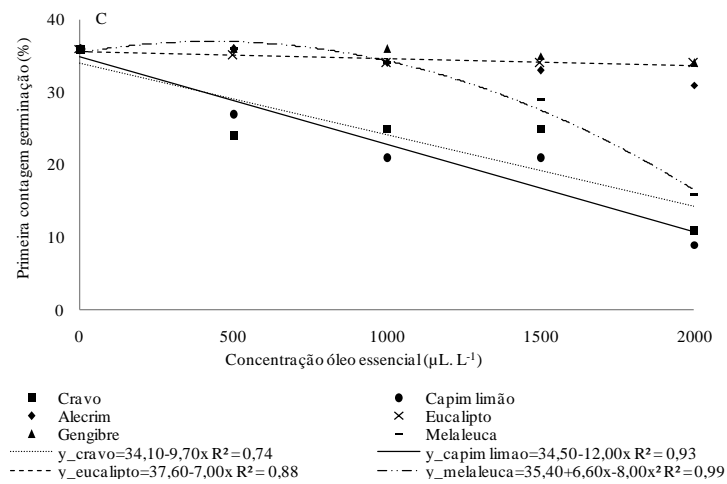
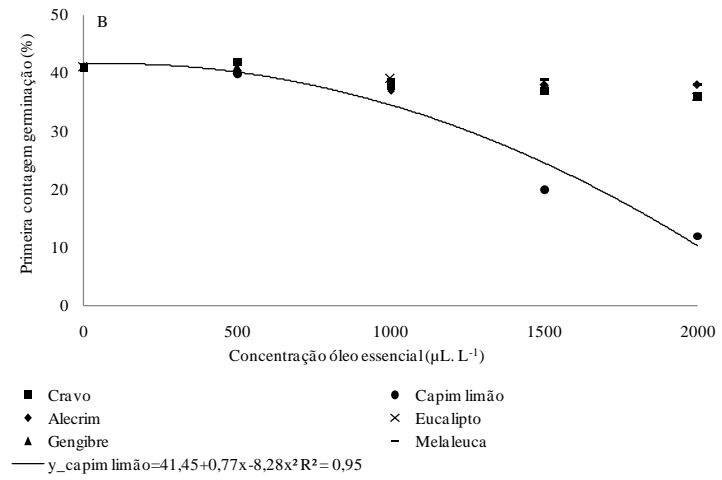
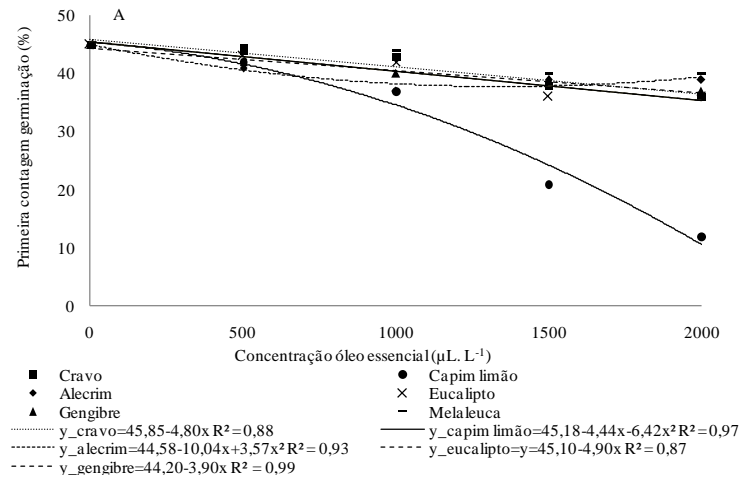


Tabela 3. 5 - Germinação (%) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle, pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

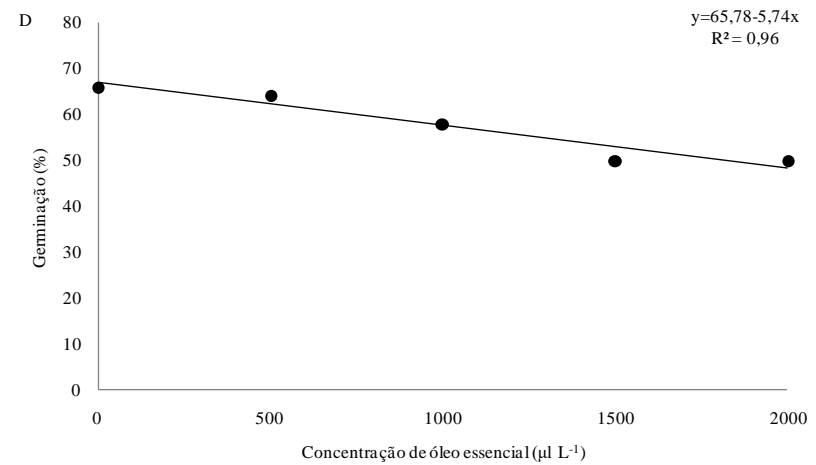
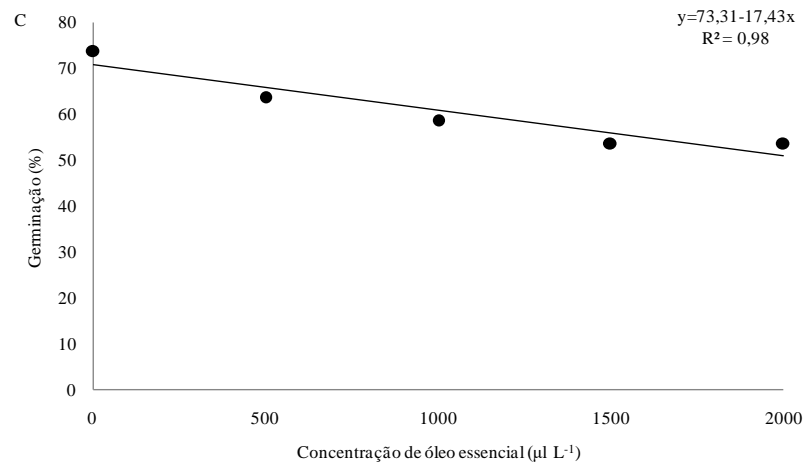
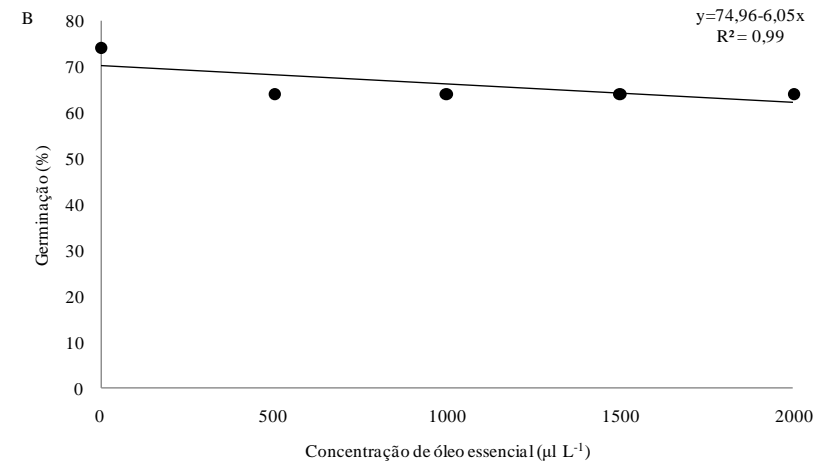
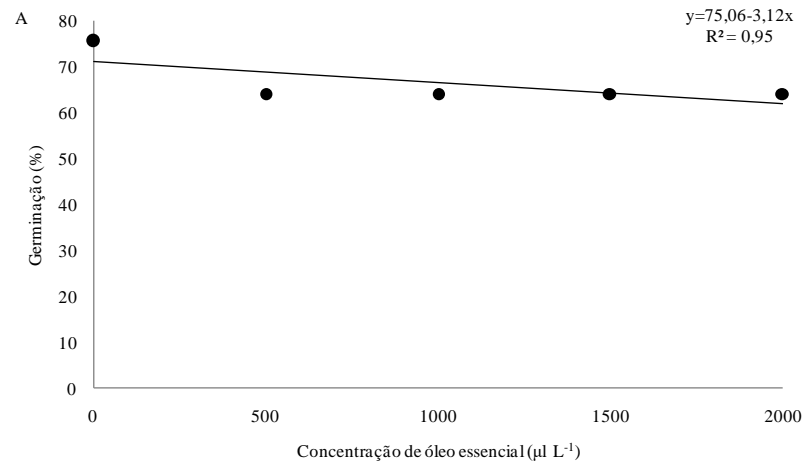
Óleo essencial	Germinação (%)			
	Dias após o armazenamento (DAA)			
	0	60	120	180
Cravo	75 a	69 a	64 a	59 a
Capim limão	68 b	63 b	51 b	51 b
Alecrim	71 ab	70 a	63 a	62 a
Eucalipto	72 a	71 a	67 a	64 a
Gengibre	73 a	72 a	66 a	65 a
Melaleuca	73 a	70 a	62 a	60 a

Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Houve redução linear para os resultados da germinação das sementes de coentro com o aumento das concentrações dos óleos essenciais, na pós colheita e em todas as épocas de armazenamento. Até os 60 dias após o armazenamento, as sementes tratadas com os óleos essenciais nas concentrações de 500 a 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$ , e as armazenadas por 60 a 180 dias e tratadas com os óleos essenciais nas concentrações de até 500  $\mu\text{l L}^{-1}$  mantiveram a germinação, que foi superior a 60% (Figura 2).

Portanto é viável aplicar nas sementes de coentro os óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca em concentrações de até 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e armazenar por até 60 dias em câmara fria a 10 °C e 55% de umidade relativa, condições que favorecem a manutenção da germinação.

Figura 3. 2 - Análise de regressão da germinação (%) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



Para o índice de velocidade de germinação (IVG) a interação entre a concentração e o tipo de óleo essencial foi significativa até os 120 DAA. Para as sementes tratadas logo após a colheita e armazenadas até os 60 dias, na concentração de 500  $\mu\text{l L}^{-1}$ , os resultados não apresentaram diferenças significativas quanto ao IVG. Já com a aplicação de 1.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  dos óleos essenciais, na pós colheita e aos 120 DAA, os resultados do IVG para os óleos essenciais de melaleuca e cravo foram estatisticamente superiores aos dos óleos essenciais de alecrim e capim-limão. No entanto, a aplicação do óleo de capim-limão, nas concentrações de 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$ , causou redução, estatisticamente significativa do IVG em relação aos demais tratamentos, mantidos até os 180 dias de armazenamento (Tabelas 6 e 7).

Tabela 3. 6 - Índice de velocidade de germinação de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IVG - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{l L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	7,4 a	7,3 a	7,2 ab	6,3 a	5,9 a
Capim-limão	7,4 a	7,0 a	6,1 c	3,4 b	2,0 b
Alecrim	7,4 a	6,8 a	6,2 bc	6,2 a	6,2 a
Eucalipto	7,4 a	7,2 a	7,0 abc	5,9 a	6,0 a
Gengibre	7,4 a	7,0 a	6,7 abc	6,4 a	6,1 a
Melaleuca	7,4 a	7,4 a	7,3 a	6,6 a	6,7 a
60 DAA					
Cravo	6,8 a	6,9 a	6,3 a	6,2 a	6,0 a
Capim-limão	6,8 a	6,6 a	6,3 a	3,2 b	1,9 b
Alecrim	6,8 a	6,6 a	6,2 a	6,2 a	6,2 a
Eucalipto	6,8 a	6,8 a	6,5 a	6,2 a	5,9 a
Gengibre	6,8 a	6,8 a	6,3 a	6,2 a	5,9 a
Melaleuca	6,8 a	6,7 a	6,4 a	6,3 a	6,3 a
120 DAA					
Cravo	6,0 a	4,0 b	4,3 ab	4,3 ab	1,8 d
Capim-limão	6,0 a	4,4 ab	3,4 b	3,4 b	1,5 d
Alecrim	6,0 a	6,0 a	5,6 a	5,6 a	5,1 ab
Eucalipto	6,0 a	5,8 a	5,6 a	4,2 ab	3,9 bc
Gengibre	6,0 a	5,9 a	6,0 a	5,8 a	5,6 a
Melaleuca	6,0 a	5,9 a	5,7 a	4,8 ab	2,7 cd

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Tabela 3. 7 - Índice de velocidade de germinação de sementes de alface submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IVG - 180 DAA
Cravo	2,3 b
Capim-limão	1,6 c
Alecrim	2,2 b
Eucalipto	2,9 a
Gengibre	2,4 b
Melaleuca	2,1 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Houve redução linear no resultado do IVG das sementes de coentro com o aumento das concentrações dos óleos essenciais de eucalipto, gengibre e cravo na pós colheita. Aos 60 DAA, apenas a utilização do óleo de capim-limão foi estatisticamente significativo. Aos 120 DAA, houve redução linear do IVG das sementes de coentro, nas quais foram aplicados os óleos essenciais de cravo, eucalipto e capim-limão (Figura 3).

Houve interação significativa para óleo essencial e concentração para o índice de emissão de raízes (IER) até os 120 DAA. Os resultados foram semelhantes aos encontrados no IVG. Da pós colheita até os 120 dias de armazenamento, os resultados do IER com a aplicação dos óleos essenciais na concentração de 500  $\mu\text{l L}^{-1}$  não apresentaram diferenças significativas. Com a aplicação de 1.000  $\mu\text{l L}^{-1}$ , o tratamento com o óleo essencial de melaleuca resultou em IER estatisticamente superior em relação aos tratamentos com os óleos essenciais de alecrim e capim-limão na pós colheita. Não foram obtidas diferenças significativas nas sementes armazenadas até os 60 dias quando tratadas com esses óleos essenciais e nesta concentração (Tabela 8).

O resultado do IER foi estatisticamente inferior para a aplicação do óleo essencial de capim-limão, nas concentrações de 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$ , em relação aos demais resultados e mantido até os 60 dias de armazenamento. Aos 120 DAA os óleos essenciais de capim-limão nas concentrações de 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e de cravo com 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  resultaram em IVE estatisticamente inferior aos dos demais tratamentos (Tabela 8).

Figura 3.3 - Análise de regressão do índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

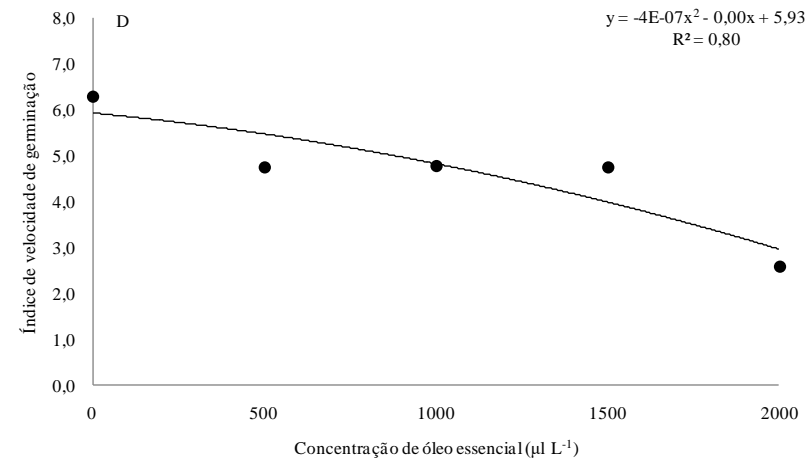
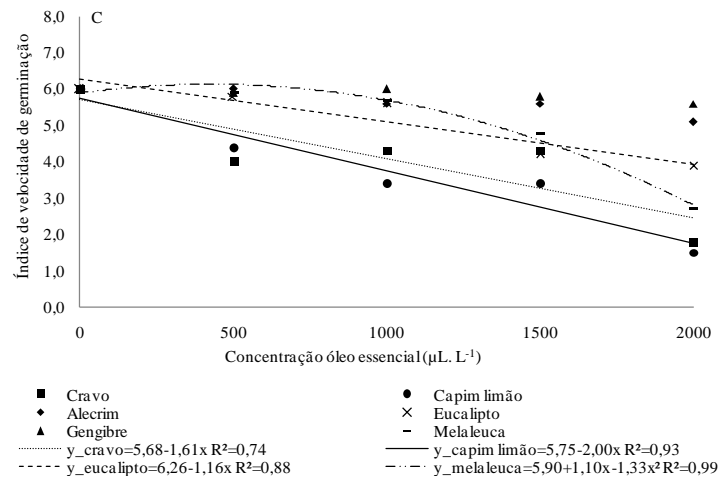
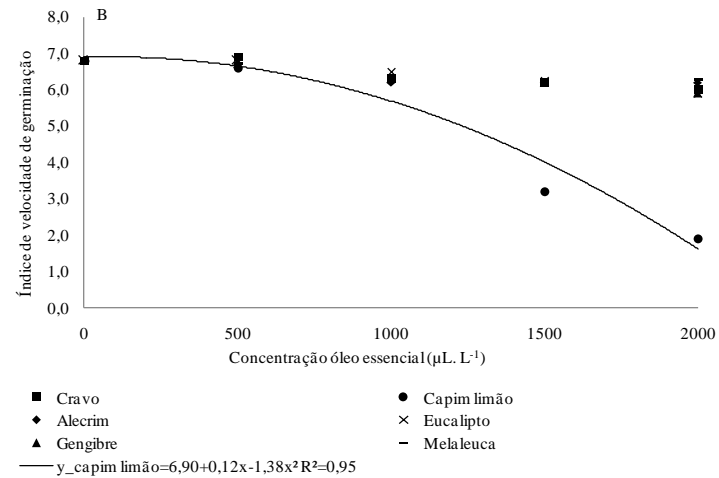
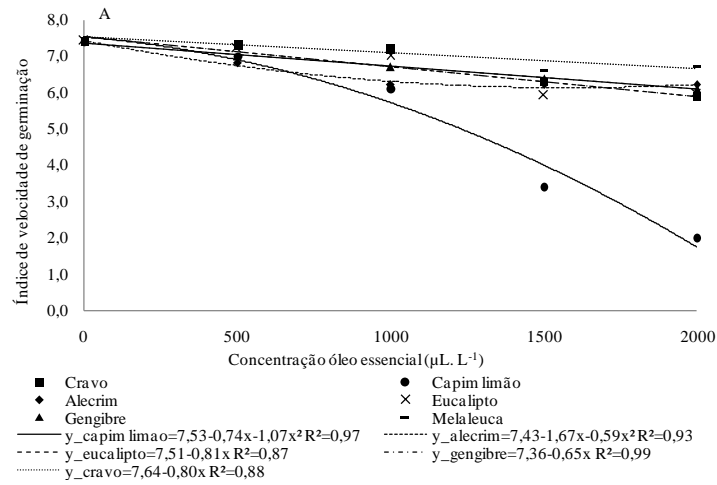




Tabela 3. 8 - Índice de emissão de raízes (IER) de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IER- pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	11,1 a	11,0 a	10,9 ab	9,5 a	8,9 a
Capim-limão	11,1 a	10,5 a	9,1 c	5,1 b	3,0 b
Alecrim	11,1 a	10,3 a	9,2 bc	9,6 a	9,6 a
Eucalipto	11,1 a	10,8 a	10,5 abc	8,9 a	9,0 a
Gengibre	11,1 a	10,6 a	10,0 abc	9,6 a	9,1 a
Melaleuca	11,1 a	11,1 a	11,0 a	9,9 a	10,0 a
60 DAA					
Cravo	10,3 a	10,3 a	9,4 a	9,3 a	9,0 a
Capim-limão	10,3 a	9,9 a	9,4 a	4,9 b	2,3 b
Alecrim	10,3 a	9,9 a	9,3 a	9,3 a	9,3 a
Eucalipto	10,3 a	10,1 a	9,8 a	9,3 a	8,9 a
Gengibre	10,3 a	10,1 a	9,5 a	9,3 a	8,9 a
Melaleuca	10,3 a	10,0 a	9,6 a	9,6 a	9,5 a
120 DAA					
Cravo	9,0 a	6,0 ab	6,3 ab	6,3 ab	2,3 c
Capim-limão	9,0 a	6,6 ab	5,1 b	5,1 b	2,3 c
Alecrim	9,0 a	9,0 a	8,4 a	8,2 a	7,6 ab
Eucalipto	9,0 a	8,8 a	8,4 a	6,3 ab	5,9 b
Gengibre	9,0 a	8,9 a	9,0 a	8,8 a	8,4 b
Melaleuca	9,0 a	8,9 a	8,5 a	7,1 ab	8,4 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

A interação entre a concentração e o óleo essencial não foi estatisticamente significativa para o IER aos 180 DAA, porém, houve diferenças significativas para cada variável analisada separadamente. As sementes tratadas com o óleo essencial de eucalipto apresentaram IER estatisticamente superior em relação às aplicações dos óleos de cravo, capim-limão, alecrim, gengibre e melaleuca (Tabela 9).

Segundo Singh et al. (2006) o monoterpênóide  $\alpha$ -pineno inibe a germinação das sementes e a emissão de raízes das plântulas de diferentes espécies. Essa substância foi encontrada nos óleos essenciais de eucalipto, melaleuca, gengibre e alecrim (Tabela 1 nas proporções de 2,2%, 5,0%, 2,8% e 2,9% respectivamente).

Tabela 3. 9 - Índice de emissão de raízes e análise de regressão de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IER - 180 DAA
Cravo	3,2 b
Capim-limão	2,2 c
Alecrim	3,1 b
Eucalipto	4,2 a
Gengibre	3,4 b
Melaleuca	3,1 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Ocorreu redução linear no IER com o aumento das concentrações dos óleos essenciais de eucalipto, cravo e gengibre na pós colheita. Aos 60 DAA apenas a aplicação do óleo essencial de capim-limão ajustou-se ao modelo quadrático e aos 120 DAA com a aplicação dos óleos essenciais de cravo e eucalipto as sementes apresentaram redução linear do IER com o aumento das concentrações. Aos 180 DAA houve ajuste ao modelo quadrático de regressão, de acordo com a derivada da equação de regressão, a concentração de 818,96  $\mu\text{l L}^{-1}$  causou redução do IER (Figura 4).

A emergência das plântulas de coentro também foi influenciada pela aplicação dos óleos essenciais. Houve interação significativa entre os fatores concentração e óleo essencial na pós colheita das sementes e no armazenamento de 120 a 180 dias. Após a colheita, não houve diferença significativa nas sementes tratadas com os óleos essenciais nas concentrações de 500, 1.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e no tratamento controle. Esses resultados também foram observados aos 120 e 180 DAA (Tabela 10).

Com 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  dos óleos essenciais de cravo, alecrim, eucalipto e melaleuca os resultados da emergência da plântula foram estatisticamente superiores em relação aos das tratadas com os óleos essenciais de gengibre e capim-limão nas mesmas concentrações. Aos 120 DAA, apenas com a concentração de 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  houve variação estatisticamente significativa, sendo o uso do óleo de capim-limão prejudicial para a emergência das plântulas. Fato esse observado também aos 180 DAA para as concentrações de 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  (Tabela 10).



Tabela 3. 10 - Emergência (%) das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	Emergência de plântula (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	73 a	69 a	68 a	64 a	61 a
Capim-limão	73 a	64 a	63 a	32 c	29 c
Alecrim	73 a	73 a	72 a	69 a	64 a
Eucalipto	73 a	66 a	65 a	65 a	57 a
Gengibre	73 a	71 a	63 a	42 b	42 b
Melaleuca	73 a	71 a	64 a	60 a	57 a
120 - DAA					
Cravo	62 a	60 a	58 a	55 a	53 a
Capim-limão	62 a	60 a	59 a	53 a	37 b
Alecrim	62 a	61 a	59 a	57 a	52 a
Eucalipto	62 a	58 a	54 a	52 a	50 a
Gengibre	62 a	61 a	61 a	55 a	50 a
Melaleuca	62 a	56 a	56 a	55 a	51 a
180 DAA					
Cravo	55 a	55 a	54 a	52 ab	52 a
Capim-limão	55 a	54 a	54 a	44 b	31 b
Alecrim	55 a	56 a	55 a	51 ab	50 a
Eucalipto	55 a	53 a	52 a	52 ab	52 a
Gengibre	55 a	54 a	54 a	55 a	52 a
Melaleuca	55 a	54 a	53 a	54 a	51 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Aos 60 DAA não houve interação significativa para a emergência das plântulas, mas a diferença foi observada para os fatores de forma isolada. O tratamento com o óleo essencial de capim-limão e o armazenamento das sementes até 60 dias causou redução significativa para emergência das plântulas (Tabela 11).

Com o aumento das concentrações dos óleos essenciais de gengibre, eucalipto e melaleuca houve redução linear na emergência das plântulas na pós colheita e aos 120 DAA. Nas sementes tratadas com o óleo essencial de capim-limão, o ponto de mínimo, obtido a partir da derivada das equações na pós colheita foi  $1,162 \mu\text{L L}^{-1}$ , aos 120 DAA de  $0,399 \mu\text{L L}^{-1}$  e aos 180 DAA de  $0,392 \mu\text{L L}^{-1}$  (Figura 5).

Tabela 3. 11 – Emergência das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , e tratamento controle 60 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	Emergência de plântula (%) - 60 DAA
Cravo	59 a
Capim-limão	45 b
Alecrim	58 a
Eucalipto	60 a
Gengibre	60 a
Melaleuca	56 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

O índice de velocidade de emergência (IVE) da plântula de coentro de acordo com os óleos essenciais é semelhante ao da porcentagem de emergência das plântulas (Tabela 11). O IVG é o resultado do número de plântulas normais em relação ao tempo (MAGUIRE, 1962).

Assim como para a emergência das plântulas, para o IVG aos 60 DAA não houve interação significativa entre os fatores concentração e óleo essencial, mas houve para os fatores isolados. Novamente, o tratamento com o óleo essencial de capim-limão resultou em IVE estatisticamente inferior em relação aos demais tratamentos (Tabela 13).

Houve redução linear do IVE de coentro com a utilização dos óleos essenciais de gengibre, eucalipto e melaleuca após a colheita, e com o óleo essencial de capim-limão na pós colheita e aos 180 DAA, com o aumento das concentrações dos óleos essenciais. Com 60 DAA houve redução do IVE com o aumento das concentrações dos óleos essenciais. Aos 120 DAA, a redução no IVE foi linear com o aumento das concentrações dos óleos de cravo, alecrim, gengibre, eucalipto e melaleuca (Figura 6).

Figura 3. 5 - Análise de regressão da emergência (%) das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

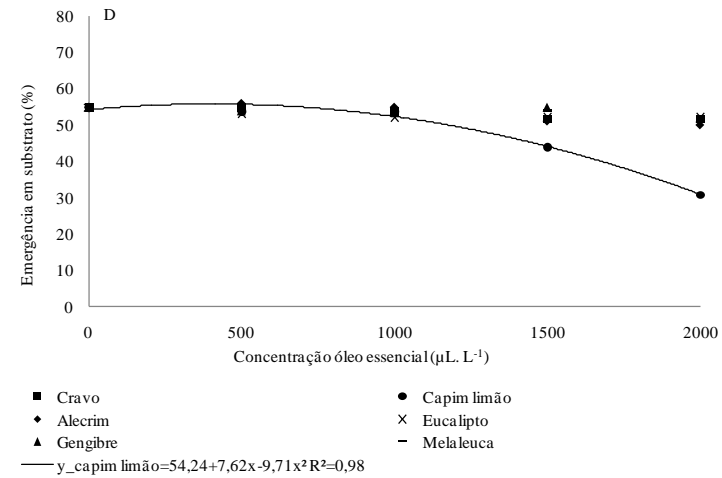
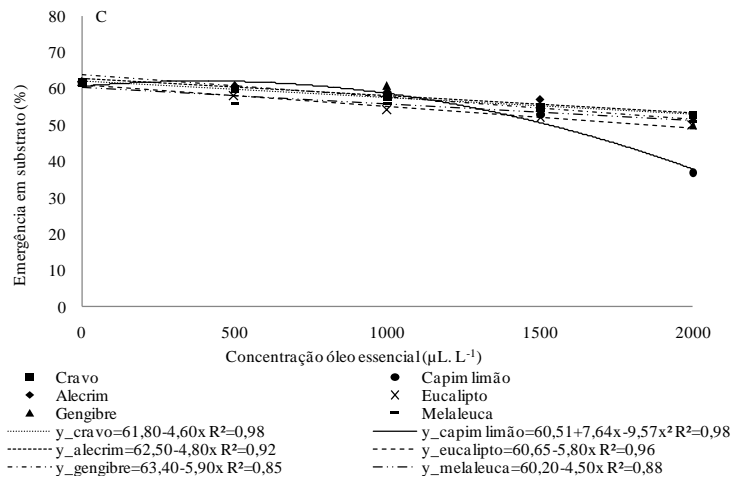
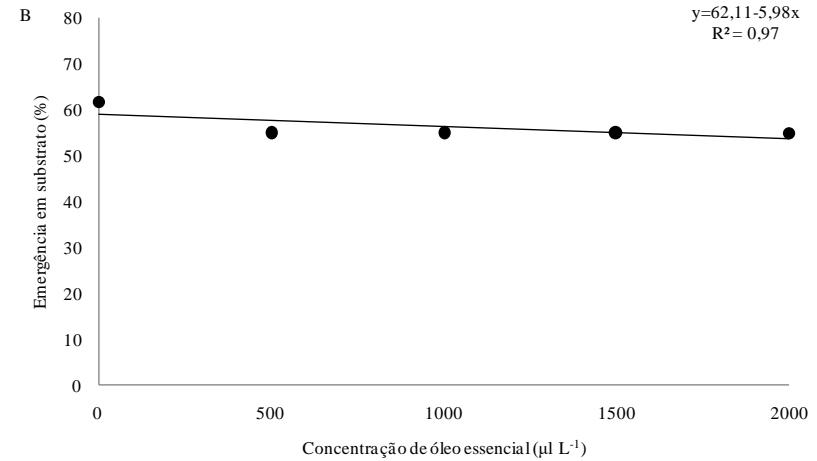
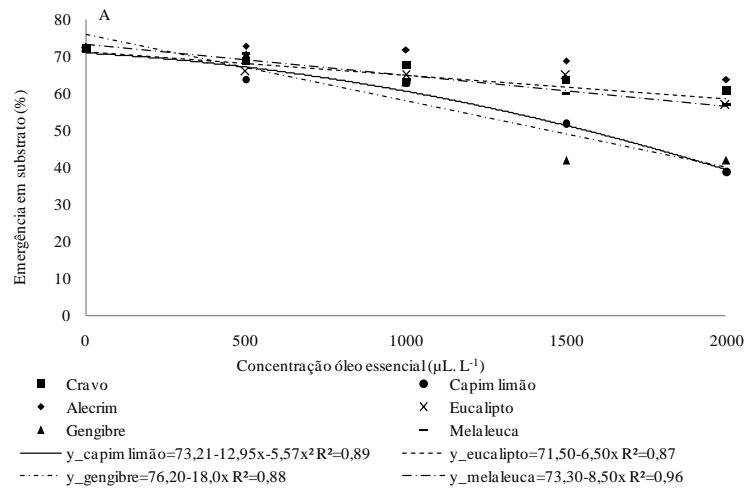


Tabela 3. 12 - Índice de velocidade da emergência das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IVE - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	6,0 a	5,8 a	5,6 a	5,3 a	5,1 a
Capim-limão	6,0 a	5,3 a	5,2 a	2,6 c	2,4 c
Alecrim	6,0 a	6,0 a	6,0 a	5,7 a	5,3 a
Eucalipto	6,0 a	5,5 a	5,4 a	5,4 a	4,8 a
Gengibre	6,0 a	5,9 a	5,3 a	3,5 b	3,5 b
Melaleuca	6,0 a	5,9 a	5,3 a	5,0 a	4,8 a
120 DAA					
Cravo	5,1 a	5,0 a	4,8 a	4,5 a	4,4 a
Capim-limão	5,1 a	5,0 a	4,9 a	4,3 a	3,0 b
Alecrim	5,1 a	5,0 a	4,9 a	4,7 a	4,3 a
Eucalipto	5,1 a	4,8 a	4,4 a	4,3 a	4,1 a
Gengibre	5,1 a	5,1 a	5,0 a	4,5 a	4,2 a
Melaleuca	5,1 a	4,7 a	4,6 a	4,5 a	4,2 a
180 DDA					
Cravo	4,9 a	4,6 a	4,5 a	4,3 ab	4,3 a
Capim-limão	4,9 a	4,5 a	4,5 a	4,6 b	2,5 b
Alecrim	4,9 a	4,7 a	4,5 a	4,2 a	4,1 a
Eucalipto	4,9 a	4,4 a	4,3 a	4,3 a	4,3 a
Gengibre	4,9 a	4,5 a	4,5 a	4,6 a	4,3 a
Melaleuca	4,9 a	4,5 a	4,4 a	4,5 a	4,2 a

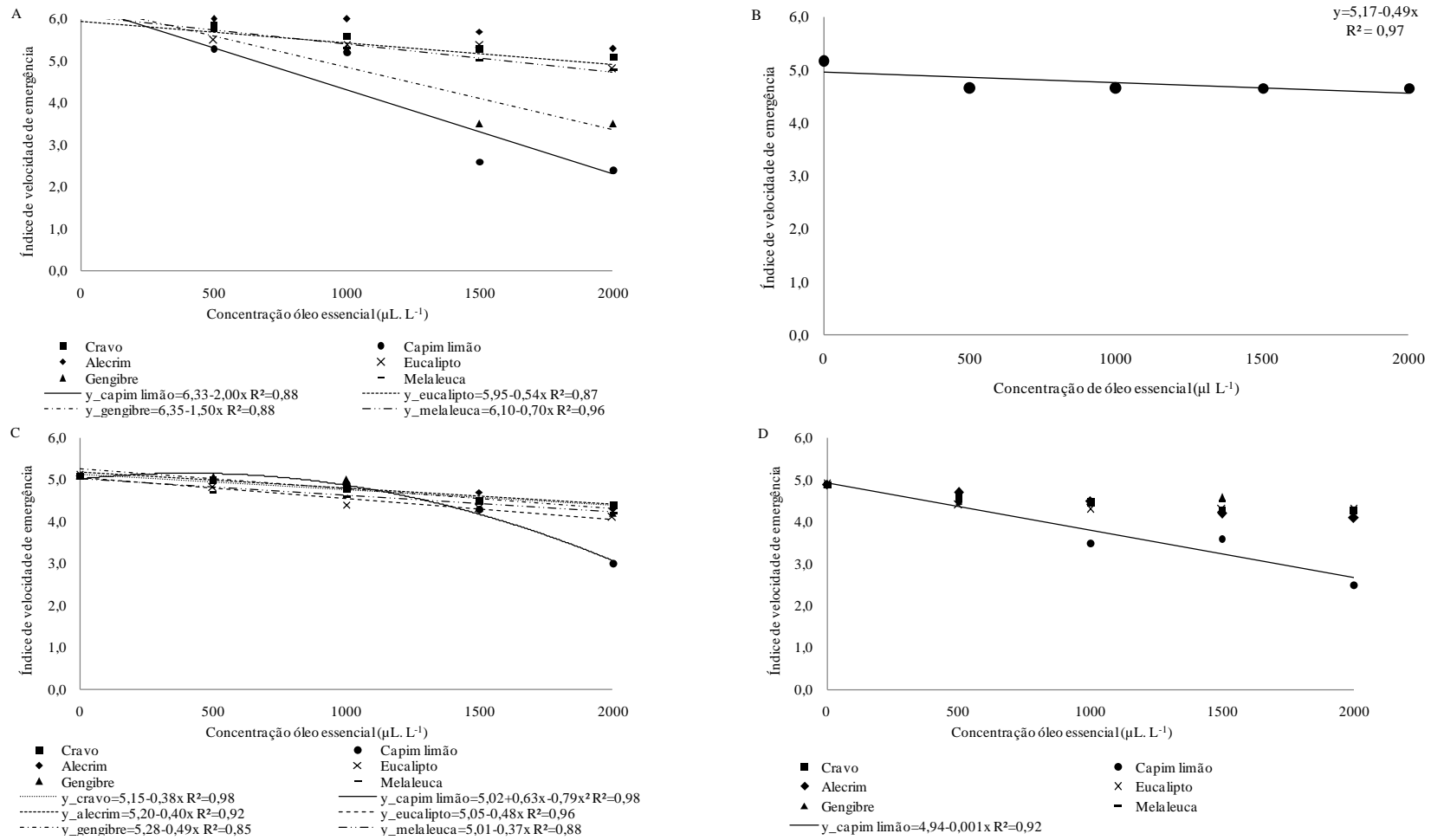
Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Tabela 3. 13 - Índice de velocidade da emergência das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$ , e tratamento controle 60 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	IVE - 60 DAA
Cravo	4,9 a
Capim-limão	3,8 b
Alecrim	4,8 a
Eucalipto	5,0 a
Gengibre	5,0 a
Melaleuca	4,6 a

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Figura 3. 6 - Análise de regressão do índice de velocidade da emergência das plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.





Resultados semelhantes foram encontrados por Gomes et al. (2016) que verificaram diferença significativa na interação entre óleos essenciais e concentrações em sementes de feijão-fava, quando avaliada a porcentagem de plântulas normais emergidas na primeira contagem, emergência e no índice de velocidade da emergência. Os autores evidenciaram efeito negativo para as variáveis em função da aplicação da concentração de 2 mL. L<sup>-1</sup> dos óleos essenciais de cravo-da-índia e manjerição.

Para o comprimento de parte aérea (CPA), raiz (CR) e comprimento total (CT) das plântulas de coentro, não houve interação significativa. A diferença foi observada apenas para os fatores de forma isolada. Para o comprimento de parte aérea, não houve diferenças significativas na pós colheita. Com 60 dias de armazenamento, as sementes tratadas com os óleos essenciais de cravo, capim-limão e eucalipto tiveram comprimento de parte aérea estatisticamente inferior em relação aos demais tratamentos. Aos 120 dias de armazenamento, as tratadas com os óleos essenciais de alecrim e gengibre resultaram em comprimento de parte aérea estatisticamente superior em relação às demais, e aos 180 dias apenas nos resultados com o óleo essencial de gengibre houve comprimento da plântula estatisticamente superior em relação aos demais tratamentos (Tabela 14).

Na pós colheita, o tratamento com o óleo essencial de eucalipto aumentou comprimento da raiz da plântula de coentro, cujo resultado foi estatisticamente superior aos resultados obtidos com a utilização dos óleos de cravo e gengibre. Aos 60 dias, o comprimento de raízes foi estatisticamente superior aplicação do óleo essencial de alecrim em relação aos de cravo, capim-limão e eucalipto (Tabela 14).

Para o comprimento total de plântulas (CT) de coentro, não houve diferenças significativas entre os óleos essenciais utilizados na pós colheita. Aos 60 DAA, nas sementes tratadas com o óleo essencial de cravo houve redução significativa no CT em relação as tratadas com os demais óleos essenciais. Esse fator foi observado até os 180 DAA. Com 120 DAA as sementes tratadas com os óleos essenciais de alecrim e gengibre apresentaram CT estatisticamente superior em relação as demais. Aos 180 DAA apenas o óleo essencial de gengibre causou CT das plântulas estatisticamente superior aos demais óleos essenciais (Tabela 14).

Tabela 3. 14 - Comprimento de parte aérea (CPA), raiz (CR) e total (CT) de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	Pós colheita inicial		
	CPA (cm)	CR (cm)	CT (cm)
Cravo	4,6 a	4,9 b	9,5 a
Capim-limão	4,4 a	5,0 ab	9,4 a
Alecrim	4,6 a	5,6 ab	10,2 a
Eucalipto	4,7 a	5,8 a	10,5 a
Gengibre	4,6 a	4,8 b	9,4 a
Melaleuca	4,3 a	5,1 ab	9,4 a
60 DAA			
Cravo	2,2 c	1,9 d	4,1 c
Capim-limão	3,0 b	2,5 bc	5,5 b
Alecrim	3,9 a	3,2 a	7,1 a
Eucalipto	2,7 b	2,3 c	5,0 b
Gengibre	3,7 a	2,8 ab	6,5 a
Melaleuca	3,8 a	2,9 ab	6,7 a
120 DAA			
Cravo	1,8 b	1,4 a	3,2 b
Capim-limão	2,0 b	1,4 a	3,4 b
Alecrim	3,3 a	1,5 a	4,8 a
Eucalipto	2,1 b	1,2 a	3,3 b
Gengibre	3,0 a	1,5 a	4,5 a
Melaleuca	2,1 b	1,3 a	3,4 b
180 DAA			
Cravo	1,4 b	1,4 a	2,8 b
Capim-limão	1,5 b	1,0 cd	2,5 b
Alecrim	1,8 b	0,9 d	2,7 b
Eucalipto	1,7 b	1,3 abc	3,0 b
Gengibre	2,1 a	1,4 ab	3,5 a
Melaleuca	1,5 b	1,2 bcd	2,7 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Os compostos linalol, presentes nos óleos essenciais de capim-limão e de alecrim, o eugenol, presente nos óleos essenciais de cravo e alecrim e o cineol presente nos óleos essenciais de alecrim, melaleuca e eucalipto, podem influenciar a redução do comprimento da raiz primária da plântula (Tabela 1) (OLIVEIRA et al., 2011). Tal efeito também foi observado por Gomes et al. (2016) nas concentrações a partir de 1,5 mL. L<sup>-1</sup> com o óleo essencial de cravo-da-índia.

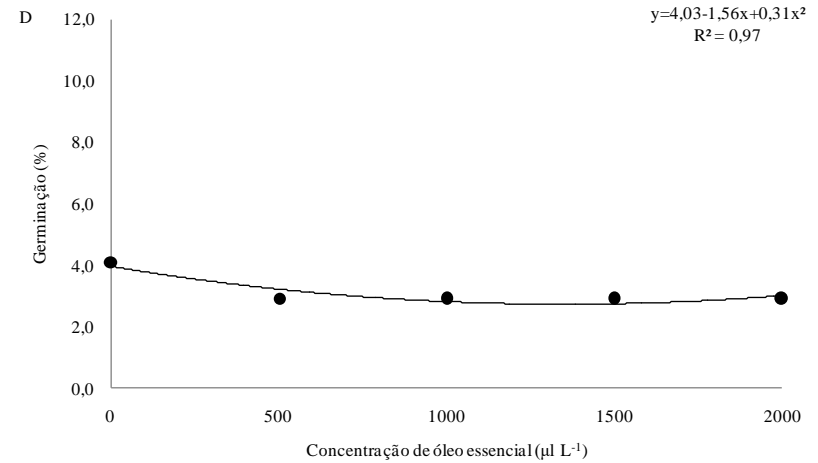
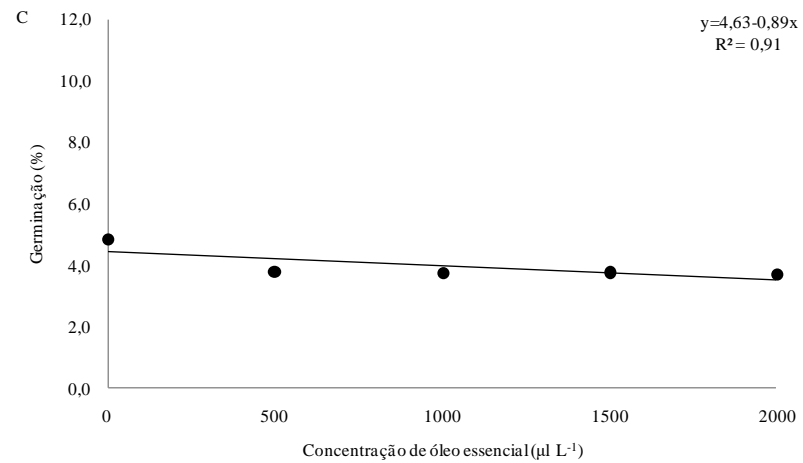
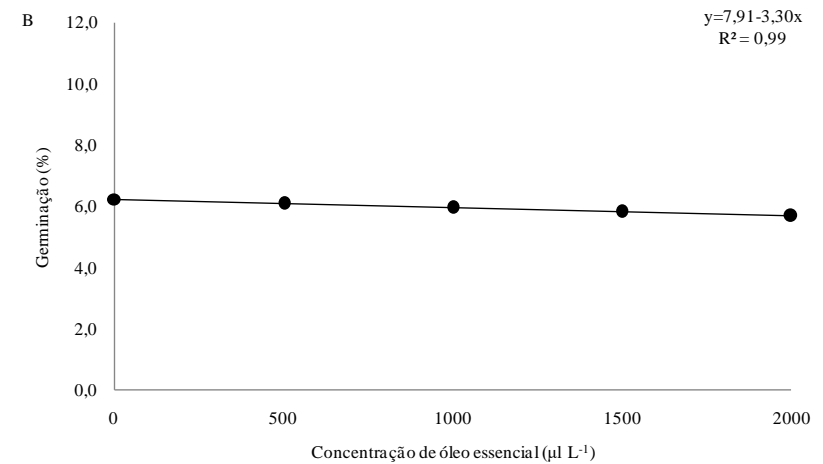
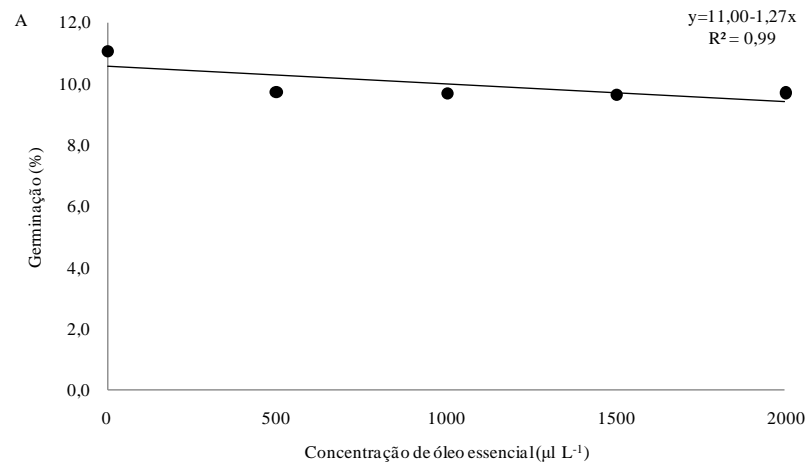
Segundo Nishida et al. (2005) cinco monoterpenos voláteis, eucaliptol,  $\alpha$  e  $\beta$ -pineno (presentes no óleo essencial de eucalipto), canfeno (presente no óleo essencial (OE) de gengibre, capim-limão e alecrim) e cânfora (presente no OE de alecrim), mostraram inibir o desenvolvimento das raízes de *Brassica campestris* interferindo na síntese de DNA organelar e nuclear dentro das células meristemáticas. Outros monoterpenos, 1,8-cineol (presente no OE de eucalipto, melaleuca e alecrim) timol, geraniol (presente no OE de gengibre) e cânfora, inibiram o crescimento da raiz do milho e induziram estresse oxidativo (ZUNINO; ZYGADLO 2004).

As análises de regressão indicaram que houve redução linear do comprimento total das plântulas com o aumento das concentrações dos óleos essenciais até os 120 DAA. A utilização dos óleos essenciais reduziu o comprimento das plântulas (Figura 7).

Dentre os óleos essenciais utilizados o de capim-limão reduziu a qualidade fisiológica das sementes. Esse óleo possui em sua composição geranial e neral (Tabela 1). O geranial é um monoterpeneo, trans-isômero do citral. Granã et al. (2013) avaliando o efeito do citral no desenvolvimento radicular de *Arabidopsis thaliana*, evidenciaram alterações na divisão celular, espessamento da parede celular e redução da comunicação intercelular, confirmando a fitotoxicidade do composto. De acordo com Chaimovitsh et al. (2012) a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas são inibidos na presença de citral, o que causa danos aos microtúbulos de células em interfase de ambas as plantas e animais. Portanto, os efeitos do óleo essencial de capim-limão verificados nesse trabalho, podem ser atribuídos a presença de geranial e neral, que apresentaram 48,7% e 42,2% dessas substâncias respectivamente (Tabela 1).

Miranda et al. (2015) observaram que os óleos essenciais ricos em monoterpenos afetam a germinação da semente e o crescimento das plantas, podendo causar modificações morfológicas e fisiológicas, como a inibição da cadeia respiratória da matriz mitocondrial, alteração da integridade da membrana celular, deterioração das ceras cuticulares, aumento na transpiração, peroxidação lipídica, danos aos microtúbulos e inibição da mitose. Os últimos efeitos dos compostos monoterpenos em plantas estão relacionadas às alterações na divisão celular.

Figura 3. 7 - Análise de regressão do comprimento total (CT) de plântulas de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



Os resultados encontrados no presente estudo correlacionando a constituição química e a atividade alelopática de cada óleo essencial e seus constituintes majoritários corroboram com as observações feitas por Souza Filho et al. (2010), que afirmaram que os efeitos dos óleos essenciais na germinação e vigor das plântulas não podem ser generalizados, podendo ser explicados de forma individualizada considerando os principais constituintes químicos dos mesmos.

Segundo Reigosa, Sanchez-Moreiras e Gonzales (1999), os efeitos dos aleloquímicos nos diferentes processos fisiológicos de uma planta são dependentes das concentrações. A ação das substâncias aleloquímicas não é muito específica, podendo uma mesma substância desempenhar várias funções, dependendo de sua concentração e forma de translocação na planta. Para Siqui et al. (2000) os óleos essenciais estão relacionados com inúmeras funções necessárias à sobrevivência vegetal, tendo um importante papel na defesa contra microrganismos e tem sido estabelecido cientificamente que cerca de 60% dos óleos possuem propriedades antifúngicas.

Os fungos infestantes nas sementes de coentro encontrados no teste de sanidade foram principalmente *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. e *Penicillium* sp.

Para a incidência de *Cladosporium* sp. a interação foi significativa entre os fatores analisados. Na pós colheita, as sementes do tratamento controle apresentaram 92,50% de incidência de *Cladosporium* sp. (Tabela 15). O *Cladosporium* sp. é considerado um fungo saprófito e talvez por esse motivo, permaneceu viável nas sementes durante o armazenamento (MENEZES; PÉREZ; LIMA, 2017).

Dentre os óleos essenciais aplicados nas sementes de coentro, os de cravo e capim-limão foram mais eficientes para redução da incidência de *Cladosporium* sp. (Tabela 15). Gonçalves, Mattos e Salgado (2009) concluíram que o óleo essencial de gengibre foi eficiente para redução na incidência de *Cladosporium* sp. nas sementes de soja, em concentração de 2 mg mL<sup>-1</sup>. Itako et al. (2009) afirmaram que o extrato bruto aquoso de alecrim apresentou efeitos significativos na inibição do crescimento micelial, esporulação e germinação de esporos de *Cladosporium fulvum*. Nas concentrações de 20% e 40% o extrato bruto aquoso de alecrim reduziu 85,72% e 93,49% a esporulação, respectivamente. Araújo Neto et al. (2012) observaram que o tratamento das sementes de erva-doce com óleo de anis (concentrações variando de 1,0% a 2,5%) promoveu 100% de controle do fungo *Cladosporium* sp., em todas as concentrações testadas.

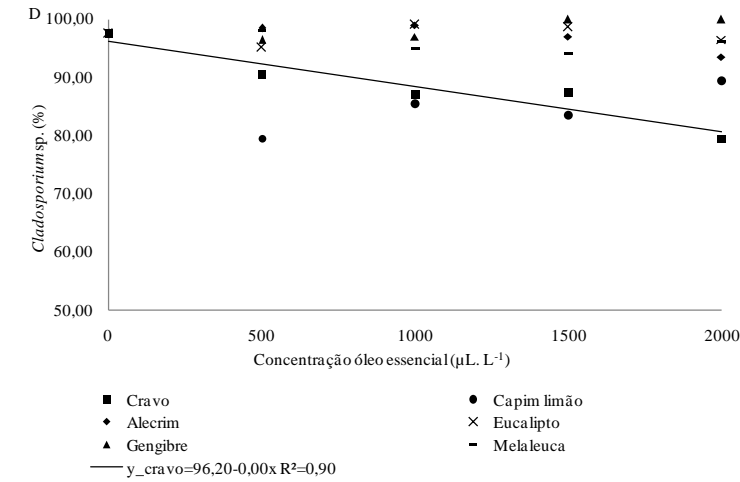
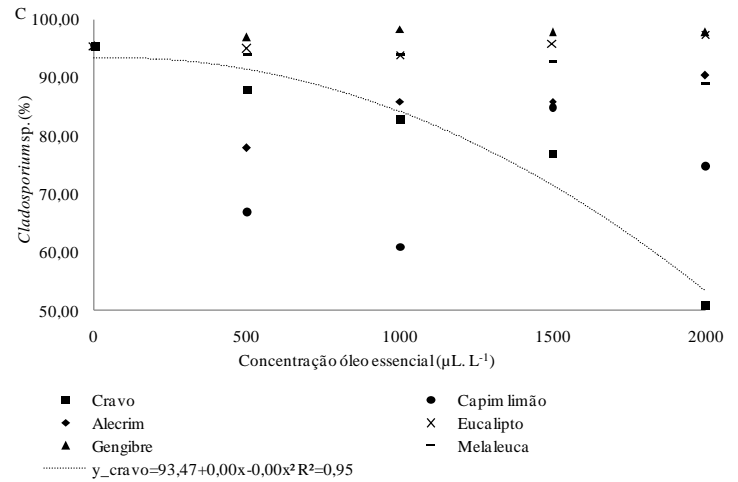
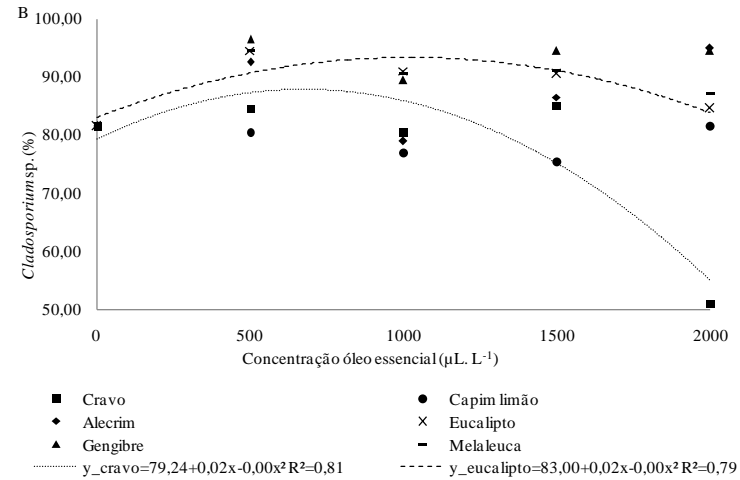
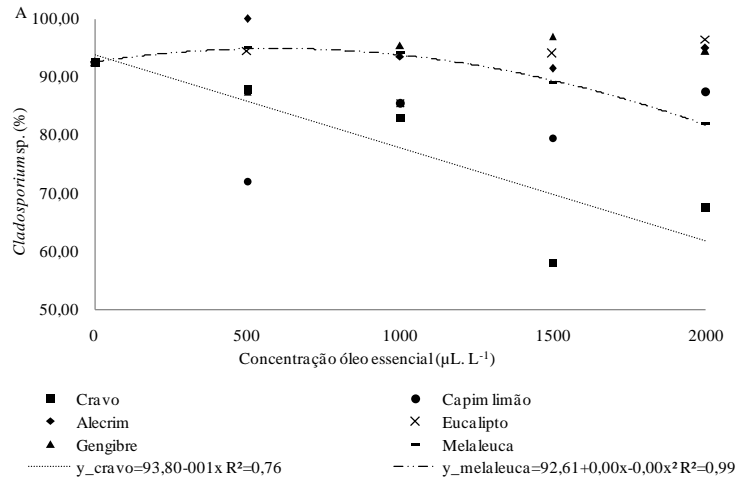
Tabela 3. 15 - Incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	<i>Cladosporium</i> sp. (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{l L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	92,50 a	88,00 b	83,00 b	58,00 c	67,50 c
Capim-limão	92,50 a	72,00 c	85,50 ab	79,50 b	87,50 ab
Alecrim	92,50 a	100,00 a	93,50 ab	91,50 a	95,00 a
Eucalipto	92,50 a	94,50 ab	85,50 ab	94,00 a	96,50 ab
Gengibre	92,50 a	87,50 b	95,50 a	97,00 a	94,50 a
Melaleuca	92,50 a	95,00 ab	94,00 ab	89,00 a	82,00 c
60 DAA					
Cravo	81,50 a	84,50 ab	80,50 ab	85,00 a	51,00 c
Capim-limão	81,50 a	80,50 b	77,00 b	75,50 b	81,50 b
Alecrim	81,50 a	92,50 a	79,00 ab	86,50 a	95,00 a
Eucalipto	81,50 a	94,50 a	91,00 a	90,50 a	84,50 ab
Gengibre	81,50 a	96,50 a	89,50 a	94,50 a	94,50 a
Melaleuca	81,50 a	94,50 a	90,50 a	91,00 a	87,00 ab
120 DDA					
Cravo	95,50 a	88,00 b	83,00 b	77,00 c	51,00 d
Capim-limão	95,50 a	67,00 d	61,00 c	85,00 b	75,00 c
Alecrim	95,50 a	78,00 c	86,00 b	86,00 b	90,50 ab
Eucalipto	95,50 a	95,00 ab	94,00 a	96,00 a	97,50 a
Gengibre	95,50 a	97,00 a	98,50 a	98,00 a	98,00 a
Melaleuca	95,50 a	94,00 ab	94,00 a	93,00 a	89,00 b
180 DAA					
Cravo	97,50 a	90,50 b	87,00 b	87,50 b	79,50 c
Capim-limão	97,50 a	79,50 c	85,50 b	83,50 b	89,50 b
Alecrim	97,50 a	98,50 a	99,00 a	97,00 a	93,50 ab
Eucalipto	97,50 a	95,00 ab	99,00 a	98,50 a	96,50 a
Gengibre	97,50 a	96,50 ab	97,00 a	100,00 a	100,00 a
Melaleuca	97,50 a	98,00 a	95,00 a	94,00 a	96,00 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Para as sementes de coentro o aumento da concentração do óleo essencial de cravo na pós colheita e aos 180 DAA, causou redução linear na incidência de *Cladosporium* sp. (Figura 8). Gomes, Nunes e Nascimento (2016) verificaram máxima redução no percentual de incidência do *Cladosporium* sp., a partir da concentração de 1,53 mL L<sup>-1</sup> até 2,0 mL L<sup>-1</sup> com os óleos essenciais de cravo-da-índia e manjeriço.

Figura 3. 8 - Análise de regressão da incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



Ibrahim et al. (2012), constataram que o óleo essencial de cravo-da-índia apresentou em sua composição, eugenol e carvacrol, e quando acrescentados em meio de cultura foram observadas deformações significativas na morfologia e no crescimento celular em hifas de *Cladosporium herbarumem*, esses fenômenos foram acompanhados por alterações macroscópicas da colônia em combinação com a inibição substancial de crescimento. No presente estudo, o óleo essencial de cravo apresentou 87,3% de eugenol (Tabela 1), o que pode ter contribuído para a redução na incidência de *Cladosporium* sp. com a utilização desse óleo essencial.

Para a incidência de *Alternaria* sp. a interação foi significativa entre os fatores somente na pós colheita. As sementes de coentro do tratamento controle apresentaram 55% de incidência de *Alternaria* sp. (Tabela 16). Pereira, Muniz e Nascimento (2005) também encontraram mais de 50 % de *Alternaria* sp. em lotes comerciais de sementes de coentro. Quando associadas às sementes, o fungo *Alternaria* sp. pode causar grandes prejuízos na formação das mesmas, influenciando a qualidade fisiológica.

Da pós colheita aos 60 DAA, dentre os óleos essenciais utilizados, com o óleo essencial de cravo houve redução na incidência de *Alternaria* sp. (Tabelas 16 e 17).

Tabela 3. 16 - Incidência de *Alternaria* sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita. Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	<i>Alternaria</i> sp. (%) - pós colheita inicial				
	Concentração ( $\mu\text{L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	55,75 a	19,00 c	21,00 c	18,50 c	21,50 c
Capim-limão	55,75 a	35,50 b	36,50 b	33,00 b	33,00 b
Alecrim	55,75 a	38,00 b	36,00 b	36,00 ab	34,50 b
Eucalipto	55,75 a	47,00 a	47,00 a	43,50 a	37,00 ab
Gengibre	55,75 a	56,00 a	55,50 a	44,50 a	32,50 b
Melaleuca	55,75 a	51,00 a	48,75 a	47,00 a	45,50 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

O óleo de cravo utilizado no presente estudo tem mais de 80% de eugenol, sendo esse considerado seu principal componente (Tabela 1). Castro et al. (2016) verificaram que o óleo essencial de cravo-da-índia foi promissor, reduzindo significativamente o crescimento fúngico de *Alternaria alternata*. Hillen et al. (2012) verificaram inibição de 100% no crescimento



micelial de *Alternaria* sp. utilizando concentrações de óleo essencial de cravo com 100, 200, 500 e 1.000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , sendo que nas concentrações e 20, 40 e 60  $\mu\text{L L}^{-1}$  a inibição foi diminuindo gradativamente.

Tabela 3. 17 - Incidência e análise de regressão de *Alternaria* sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle aos 60, 120 e 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

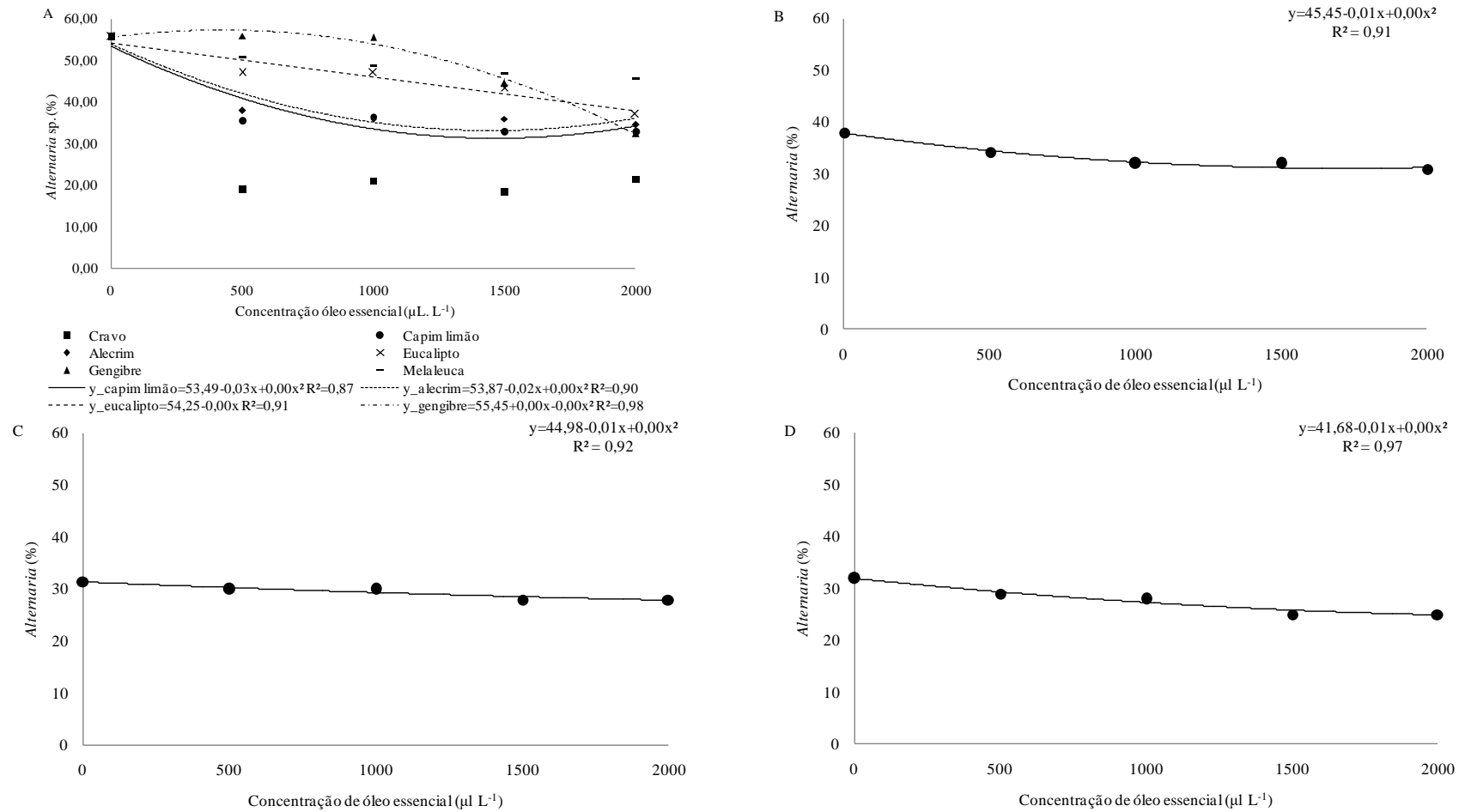
Óleo essencial	<i>Alternaria</i> sp. (%)		
	60	120	180
Cravo	32,55 c	33,60 b	32,10 bc
Capim limão	31,92 c	29,50 c	28,45 d
Alecrim	35,70 bc	35,40 c	31,50 bcd
Eucalipto	43,70 a	41,30 a	39,60 a
Gengibre	37,65 b	34,65 b	33,25 b
Melaleuca	34,15 bc	32,30 bc	29,60 cd

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Aos 120 DAA, as sementes tratadas com os óleos essenciais de capim-limão e alecrim tiveram redução estatisticamente significativa da incidência de *Alternaria* sp. (Tabela 17). Nozaki et al. (1999) estudando o efeito do óleo essencial de alecrim, no crescimento micelial dos fungos *Alternaria* sp., *A. carthami* e *Sclerotium rolfsii*, verificaram que concentrações do óleo essencial superior a 60  $\mu\text{L L}^{-1}$  promoveram inibição completa de *S.rolfsii*, enquanto que concentrações superiores que 200  $\mu\text{L L}^{-1}$  causaram inibição de 100% no crescimento de *Alternaria* sp. Segundo Taiz e Zeiger (2009) vários terpenos desempenham papel primário importante nas plantas, embora na maior parte sejam metabólitos secundários relacionados com a defesa vegetal, como é o caso do limoneno, presente em 22% do óleo essencial de alecrim (Tabela 1).

Houve redução linear na incidência de *Alternaria* sp. na pós colheita com a utilização do óleo essencial de eucalipto nas sementes, com o aumento da concentração. Dos 60 aos 180 DAA a incidência de *Alternaria* sp. com o aumento das concentrações dos óleos essenciais foi representada pelo modelo quadrático (Figura 9). Esses resultados são relacionados com os encontrados por Nascimento et al. (2006), que verificaram redução na incidência de *Alternaria* sp. em 12 meses de armazenamento em câmara fria e ambiente natural.

Figura 3. 9 - Análise de regressão da incidência de *Alternaria* sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



Não houve interação estatisticamente significativa entre os fatores óleo essencial e concentração para incidência de *Penicillium* sp. até os 120 DAA. Houve redução estatisticamente significativa na incidência de *Penicillium* sp. aos 180 DAA com o aumento das concentrações dos óleos essenciais de capim-limão, eucalipto, melaleuca, gengibre e alecrim (Tabelas 18 e 19).

Tabela 3. 18 - Incidência de *Penicillium* sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita, 60 e 120 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	<i>Penicillium</i> sp. (%)		
	0	60	120
Cravo	2,45 a	2,75 a	3,30 a
Capim limão	1,25 b	1,30 b	1,60 b
Alecrim	0,70 b	0,70 b	0,80 b
Eucalipto	0,70 b	0,70 b	0,80 b
Gengibre	0,70 b	0,70 b	0,80 b
Melaleuca	0,90 b	1,00 b	1,10 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Combrinck et al. (2011) estudando a atividade in vitro de dezoito óleos essenciais e alguns componentes principais contra patógenos, tais como: *Alternaria* sp. e *Penicillium* sp., observaram efeito fungistático e fungicida apresentados pelos óleos essenciais que podem estar relacionados com a presença de componentes majoritários, como o eugenol, levando a efetividade no controle antifúngico sobre o crescimento, germinação e esporulação de *Penicillium* sp. No presente trabalho, os óleos essenciais de cravo e alecrim também tinham essa substância (Tabela 1). Porém, esses resultados não foram encontrados no presente estudo para o tratamento com o óleo essencial de cravo. Para os 180 DAA, a interação entre óleo essencial e concentração foi significativa (Tabela 19).

Com o aumento das concentrações dos óleos essenciais, houve adequação ao modelo quadrático para a incidência de *Penicillium* sp. em relação ao tratamento controle, em todas as épocas avaliadas (Figura 10).

Tabela 3. 19 - Incidência de *Penicillium* sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{l L}^{-1}$  e tratamento controle, 180 dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.

Óleo essencial	<i>Penicillium</i> sp. (%) - 180 DAA				
	Concentração ( $\mu\text{l L}^{-1}$ )				
	Controle	500	1.000	1.500	2.000
Cravo	6,00 a	6,00 a	5,50 a	5,50 a	5,50 a
Capim-limão	6,00 a	3,50 ab	1,50 b	1,50 b	1,50 a
Alecrim	6,00 a	1,00 b	1,00 b	1,00 b	0,50 b
Eucalipto	6,00 a	1,00 b	0,50 b	0,50 b	0,50 b
Gengibre	6,00 a	1,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
Melaleuca	6,00 a	1,00 b	1,00 b	0,50 b	0,00 b

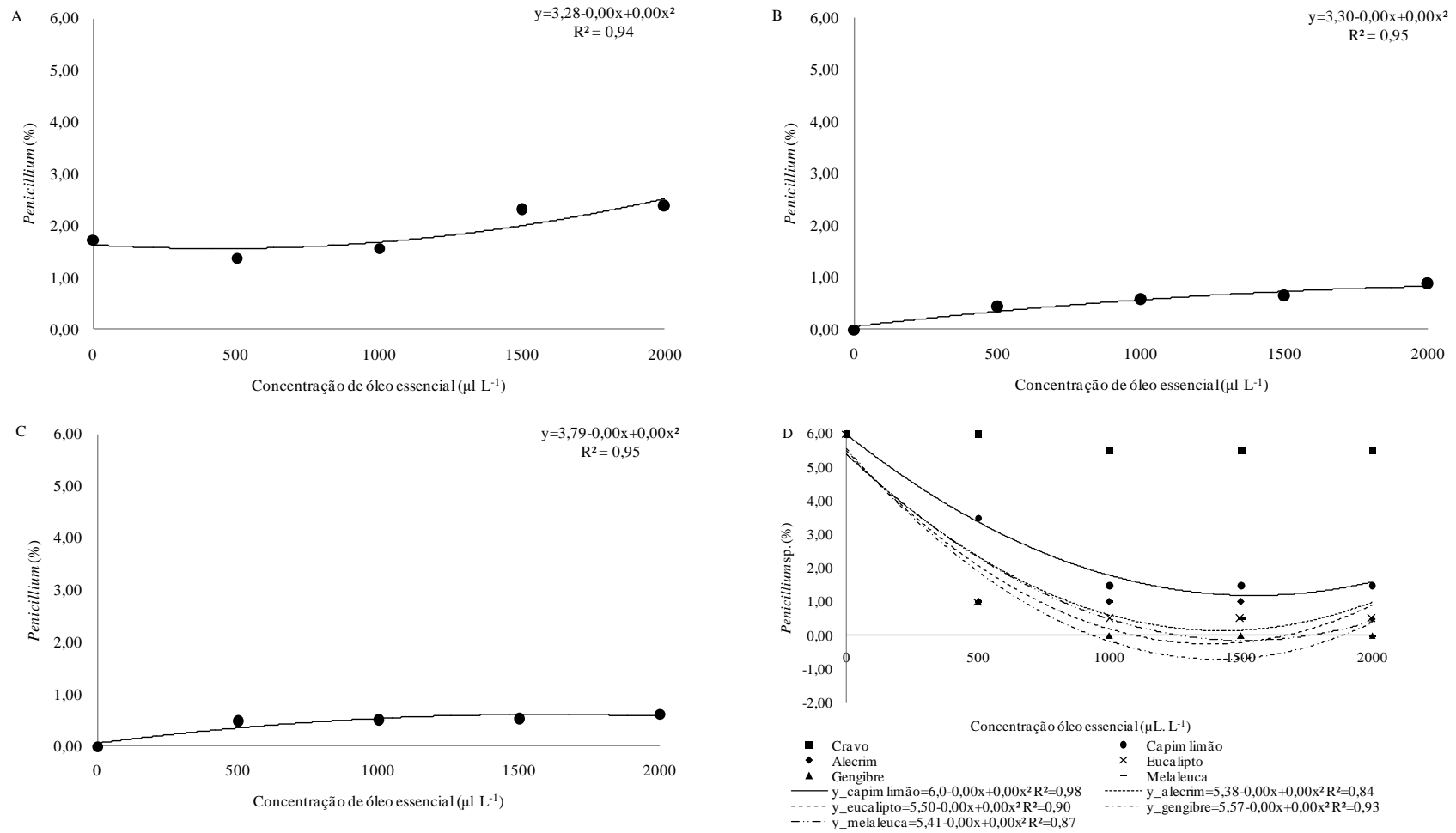
Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Gomes, Nunes e Nascimento (2016) observaram redução significativa na incidência de *Penicillium* sp. com os óleos essenciais de cravo e manjeriço com dose de 1,17 mL. L<sup>-1</sup>. No presente trabalho, esses resultados não foram observados com o óleo essencial de cravo.

Mendonça et al. (2009), avaliando o efeito de *Penicillium* sp. sobre sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.), verificaram que esse fungo está associado à deterioração de sementes em condições de armazenamento inadequado, podendo haver contaminação logo após a colheita. Entretanto, concluíram que, além disso, o patógeno pode apresentar potencial para favorecer o surgimento de novas doenças.

Os óleos essenciais têm atividade antifúngica (KAMAZERI, 2012). No entanto, Berger (2007) explicou que os efeitos do antagonismo dos compostos presentes nos óleos essenciais também podem afetar sua atividade. Isso pode explicar a inatividade de alguns óleos essenciais. Os componentes individuais do óleo podem ter efeitos antagônicos uns sobre os outros, reduzindo sua eficácia antimicrobiana. Os modos de ação de algumas substâncias químicas nas atividades fisiológicas e antimicrobiana são complexos e, em alguns casos, ainda desconhecidos. Considerando os diferentes grupos de compostos químicos presentes nos óleos essenciais, que as suas propriedades não são provavelmente decorrentes de apenas um mecanismo específico.

Figura 3. 10 - Análise de regressão da incidência de *Penicillium* sp. em sementes de coentro submetidas à aplicação de óleos essenciais de cravo, capim-limão, alecrim, eucalipto, gengibre e melaleuca nas concentrações de 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tratamento controle na pós colheita (A), 60 (B), 120 (C) e 180 (D) dias após o armazenamento (DAA). Ponta Grossa – PR, 2017/2018.



### 3.4 CONCLUSÕES

Os óleos essenciais de capim-limão, eucalipto, gengibre, alecrim e melaleuca nas concentrações superiores a  $500 \mu\text{L. L}^{-1}$  reduzem a germinação e o vigor das sementes de coentro.

Os óleos essenciais de cravo e alecrim na concentração de  $500 \mu\text{L. L}^{-1}$ , eucalipto na concentração de  $1.500 \mu\text{L. L}^{-1}$  e gengibre  $2.000 \mu\text{L. L}^{-1}$  são eficientes para a redução de *Alternaria* sp. nas sementes de coentro.

Há possibilidade de tratar as sementes de coentro com os óleos essenciais de cravo e alecrim, na concentração de até  $500 \mu\text{L. L}^{-1}$ , sem afetar significativamente a germinação, proporcionando redução na incidência de *Alternaria* sp., na pós colheita.

O armazenamento das sementes de coentro tratadas com os óleos essenciais não é viável.

## REFERÊNCIAS

ABBASZADEH, S. et al. Antifungal efficacy of thymol, carvacrol, eugenol and menthol as alternative agents to control the growth of food-relevant fungi. **Journal of Mycologie Médicale**, p. 1-6. 2014.

ABCSEM. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. 2016. Disponível em:< <http://www.abcsem.com.br/>>. Acesso em 29 abr. 2018.

AFONSO, et al. Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo da Índia. **Revista Virtual de Química**. v. 4, n. 2, p. 146-161, mar.-abr, 2012. Disponível em:< <http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v4n2a05.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

ALVES, A. C.; SOUZA, A. F. Nota prévia sobre o estudo fitoquímico de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. **Garcia de Orta**, Lisboa, v. 8, p. 629-638, 1960.

ALVES, M. C. S. et al. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.

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

ANDRÉS, M. F. et al. Nematicidal activity of essential oils: a review. **Phytochemical Review**, v. 11, p. 371-390, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11101-012-9263-3>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

ANGIONI, A. et al. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.11, p.3530-5, 2004.

AOSA. ASSOCIATION OS OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed Vigour Testing Handbook**. East Lansing, 2009. 341 p.

ARAGÃO, F. B. et al. Phytotoxic and cytotoxic effects of Eucalyptus essential oil on *Lactuca sativa* L. **Allelopathy Journal**, v. 35, p. 259-272. 2015.

ARAUJO NETO, A. C. A. et al. Óleo essencial de anis na incidência e controle de patógenos em sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 170-176, 2012.

BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils-a review. **Food Chemical Toxicology**, v.46, p. 446-475, 2008. Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11101-012-9263-3>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

BASSOLE, I. H. N.; JULIANI, H. R. Essential oils in combination and their antimicrobial properties. **Molecules**, v. 17, p. 3989–4006. 2012.

BEDIN, C. et al. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n. 10. 2006.

BERGER R. G. Bioactivity of essential oils and their components. In: **Flavors and fragrances: Chemistry, bioprocessing, and sustainability**. Germany: Springer; 2007, p.88-90.

BONE, M. E. et al. Ginger root - antiemetic. The effect of ginger root on postoperative nausea and vomiting after major gynaecology surgery. **Anaesthesia**, London, v. 45, n. 8, p. 669-71, 1990.

BOUKAEW, A.; PRASERTSAN, P.; SATTAYASAMITSATHIT, S. Evaluation of antifungal activity of essential oils against aflatoxigenic *Aspergillus flavus* and their allelopathic activity from fumigation to protect maize seeds during storage. **Industrial Crops and Products**. v. 97, p. 558-566. 2017.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília : Mapa/ACS, 2009a. 399 p.

BRASIL. **Lei Nº 10.711, de 5 de agosto de 2003**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.711.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.711.htm)>. Acesso em: 30. Abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 46 de 06 de Outubro de 2011**. Dispõe sobre normas para produção de mudas e sementes orgânicas. Disponível em: <[file:///C:/Users/hp/Desktop/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20N%C2%BA%2046%20de%2006%20de%20Outubro%20de%202011%20\(Produ%C3%A7%C3%A3o%20vegeta](file:///C:/Users/hp/Desktop/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20N%C2%BA%2046%20de%2006%20de%20Outubro%20de%202011%20(Produ%C3%A7%C3%A3o%20vegeta)>



l%20e%20animal)%20-%20Regulada%20pela%20IN%2017-2014).pdf>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009b, 200 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria Nº 457, de 18 de dezembro de 1986.** Estabelece para todo o território nacional, procedimentos e padrões de sementes olerícolas, para distribuição, transporte, e comércio de sementes fiscalizadas, e para importação. Disponível em:< [http://www.abcsem.com.br/docs/portaria-n457\\_estabelece.pdf](http://www.abcsem.com.br/docs/portaria-n457_estabelece.pdf) >. Acesso em 20 abr. 2018.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.831 de 23 de Dezembro de 2003.** Dispõe sobre sistema orgânico de produção agropecuária. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/CCIVil\\_03/leis/2003/L10.831.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/leis/2003/L10.831.htm)>. Acesso em 20 abr. 2018.

BRITO, D. R. et al. Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre microflora e desenvolvimento de plantas de milho. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 3, N.4: p. 184-192, Nov. 2012.

BROPHY, J. J. et al. Gas chromatography quality control for oil of melaleuca terpin-4-ol type (Australian tea tree). **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.37, n.5, p.1330-1335, 1989.

CAETANO, L. C. S. et al. **A cultura da alface: perspectivas, tecnologias e viabilidade**. Niterói: PESAGRO-RIO, 2001. 23 p.

CANTORE, P. L.; SHANMUGAIAH, V.; IACOBELLIS, N. S. Antibacterial Activity of Essential Oil Components and Their Potential Use in Seed Disinfection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 20, p. 9454-9461, set. 2009.

CARSON, C. F.; HAMMER, K. A; RILEY, T. V. *Melaleuca alternifolia* (tea tree) Oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 19, n. 1, p. 50- 62, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1128/CMR.19.1.50-62.2006>>.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência e tecnologia da produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2.000. 588p.

CASTRO, C. et al. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Chell. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 241-249, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100676220050002.00007>>.

CASTRO, et al. Atividade antifúngica do óleo essencial de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e eugenol contra isolado de *Alternaria alternata*. II CONGRESSO PARANAENSE DE MICROBIOLOGIA E SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL. Londrina, 2016. Disponível: [file:///C:/Users/Ariadne/Downloads/galao-proceedings--cpm--52370%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Ariadne/Downloads/galao-proceedings--cpm--52370%20(1).pdf) >. Acesso em 22 fev. 2018.

CHAIMOVITSH, D. et al. The relative effect of citral on mitotic microtubules in wheat roots and BY2 cells. **Plant Biology**, v. 14, p. 354-364. 2012.

CHEEMA, A. M. et al. Hypoglycemic action of *Zingiber officinale* Roscoe. **Punjab University Journal of Zoology**. Lahore, v. 3, p. 21-26, 1988.

CHEN I. N. et al. Antioxidant and antimicrobial activity of Zingiberaceae plants in Taiwan. **Plants Food Human Nutrition**. v. 63 p. 15-20, mar. 2008.

CHISOWA, E.H.; HALL, D.R.; FARMAN, D.I. Volatile constituents of the essential oil of *Cymbopogon citratus* Stapf grown in Zambia. **Flavour and Fragrance Journal**, Chichester, v. 13, n. 1, p. 29-30, 1998.

CIMANGA, K. et al. Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. **Journal Ethnopharmacol**. v. 79, p. 213-220. 2002.

CLEFF, M. B. et al. Perfil de suscetibilidade de leveduras do gênero *Candida* isoladas de animais ao óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 43-49, 2012.

COMBRINCK, S. et al. In vitro activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. **Industrial Crops and Products**, v.33, p.344-9, 2011.

CORREA JUNIOR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 162p.

COSTA, L. C. B. et al. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 956-959, 2005.

DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD, H.T.; YEO, P. F. **The Families of the Monocotyledons**. New York: Springer, p. 364, 1985.

de PAOLI, S. et al. Effects of Clove (*Caryophyllus aromaticus* L.) on the Labeling of Blood Constituents with Technetium-99m and on the Morphology of Red Blood Cells. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 50, Special Number, p. 175-182, set. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/babt/v50nspe/a22v50ns.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n. 2, p. 427-52. 1973.

DHINGRA, O. D. Teoria da Transmissão de Patógenos Fúngicos por Sementes. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. 22 ed. Viçosa: UFV; DFP, 2005. cap. 4. p. 75-104.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421p.

FIORI, A .C.G. et al. Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants agaisnt *Didymella bryoniae*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 148, n. 7/8, p. 483-487, 2.000.

FLÁVIO, N. S. D. S. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 7-20, jan./fev. 2014. Disponível em:<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/9602>>. Acesso em: 30 jul. 2016.

FRANCO, L. L. **As sensacionais 50 plantas medicinais campeãs de poder curativo**, v. 2, Curitiba: Santa Mônica, 235 p. 1999.

GARBIM, T. H. dos S. et al. Efeito de diferentes concentrações do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* Labil. no crescimento de plântulas e na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.12, n.2, p.109-114, 2014 .

GARCIA, R. A. et al. Atividade antifúngica de óleo e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 48-57, 2012.

GIRARDI, N. S. et al. Microencapsulation of *Peumus boldus* essential oil and its impact on peanut seed quality preservation. **Industrial Crops & Products**. v. 114. p. 108-114. 2018. Disponível em em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.01.036>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

GOMES, R. S. S. et al. Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.18, n.1, supl. I, p.279-287, 2016. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_117](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/15_117)>. Acesso em: 23 jul. 2016.

GONÇALVES G. G., MATTOS L. P. V. de.; MORAIS L. A. S. de. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle de fitopatógenos de grãos de soja. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 2, p. S102-S107. 2009.

GRANÃ, E. et al. Citral induces auxin and ethylene-mediated malformations and arrests cell division in *Arabidopsis thaliana* roots. **Journal of Chemical Ecology**, v. 39, p. 271–282. 2013.

HAMMER, K. A. et al. A review of the toxicity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p. 616–625. 2006.

HANSON, S. W. et al. Cymbopogonol a new triterpenoid from *Cymbopogon citratus*. **Phytochemistry**, New York, v. 15, p. 1074-1075. 1976.

HILLEN, T. et al. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, n.3, p.439-445, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro. 2006. 177 p. Disponível em:<[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro\\_2006.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf)>. Acesso em 30 abr. 2018.

IBRAHIM, L. et al. Composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial e seus componentes do libanês *Syriacum origanum* L. **Journal of Essential Oil Research**, v.24, n.4, p.339-345, 2012.

ITAKO, A.T. et al. Controle de *Cladosporium fulvum* em tomateiro por extratos de plantas medicinais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.76, p.75-83, 2009.

JAHANSHIRI, Z. et al. Inhibitory effect of eugenol on aflatoxin B1 production in *Aspergillus parasiticus* by down regulating the expression of major genes in the toxin biosynthetic pathway. **World Journal Microbiology and Biotechnology**, v.31, p. 1071–1078, 2015.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução a taxonomia vegetal**. 13ª edição, São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002.

KAMAZERI, T. S. A. T. et al. Antimicrobial activity and essential oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* from Malaysia. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, p. 202-209. 2012.

KORDALI, S. et al. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor and *Achillea biebersteinii* Afan. **Industrial Crops and Products**, v. 29, p. 562–570. 2009.

KOTAN, R. et al. Antibacterial activity of the essential oil and extracts of *Satureja hortensis* against plant pathogenic bacteria and their potential use as seed disinfectants. **Scientia Horticulturae**. v.153, p. 34–41. 2013.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A. Doenças das Solanáceas. In: AMORIN, L. et al. **Manual de Fitopatologia**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. cap. 62. p. 618-627.

LI, Y. et al. Litsea cubeba essential oil as the potential natural fumigant: inhibition of *Aspergillus flavus* and AFB1 production in licorice. **Industrial Crops and Products**, v. 80, p. 186–193. 2016.

LIMA E. O. et al. Propriedades antibacterianas de óleos essenciais de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 7, n. 3, p. 251-258, set.-dez. 2003.

LOPES, C. A. et al. Danos causados por patógenos associados a sementes de hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. 22 ed. Viçosa: UFV; DFP, 2005. cap. 7. p. 163-181.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa. São Paulo: Plantarum, 2. ed. 2008. 576p.

MACHADO, J. da C.; SOUZA, R. M. de. Tratamento de sementes de hortaliças para controle de patógenos: princípios e aplicações. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2009. p.247-274.

MAEDA, J. A.; BOVI, M. L. A.; BOVI, O. A.; LAGO, A. A. do. Craveiro-da-Índia: características físicas das sementes e seus efeitos na germinação e desenvolvimento vegetativo. **Bragantia**, Campinas, v. 1, n. 49, p. 23-26, 1990. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006870519900001.00003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006870519900001.00003&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 17 fev. 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid index in selection and evaluation seedlings vigor. **Crop Science**, Madison, v.1, n. 2, p.161-162, 1962.

MARCOS FILHO J. M.; NOVENBRE, A. D. da L. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2009. p.185-246.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARTINAZZO, A. P. et al. Difusividade efetiva em folhas de *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf submetidas à secagem com diferentes comprimentos de corte e temperatura do ar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 68-72, 2007. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/228622829\\_Difusividade\\_efetiva\\_em\\_folhas\\_de\\_Cymbopogon\\_citratus\\_DC\\_Stapf\\_submetidas\\_a\\_secagem\\_com\\_diferentes\\_comprimentos\\_de\\_corte\\_e\\_temperaturas\\_do\\_ar/download](https://www.researchgate.net/publication/228622829_Difusividade_efetiva_em_folhas_de_Cymbopogon_citratus_DC_Stapf_submetidas_a_secagem_com_diferentes_comprimentos_de_corte_e_temperaturas_do_ar/download)>. Acesso em 10 fev. 2019.

MATOUSCHEK, B. K. de; STAHL, B. E. Phytochemical study of non volatile substances from *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (POACEAE). **Pharmaceutica Acta Helvetiae**, Berne, v. 66, n. 9/10, p. 242-245, 1991.

MBEGA, E. R. et al. Evaluation of essential oils as seed treatment for the control of *Xanthomonas* spp. associated with the bacterial leaf spot of tomato in Tanzania. **Journal of Plant Pathology**, v. 94, n. 2, p. 273-281. 2012.

MELO, E. A. et al. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p. 195-199. 2003.

MENDONÇA, M. B. et al. Isolamento e identificação de fungos com potencial patogênico para a saúde humana em material vegetal de uso medicinal comercializado em Manaus. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.1208-1214, 2009.

MIRANDA, C. A. S. F. et al. Atividade alelopática de óleos essenciais de plantas medicinais na germinação e vigor de aquênios de alface. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 1783-1798, 2015.

MISRHA, A. K.; DUBEY, N. K. Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, n. 4, p. 1101-1105, 1994.

MORAIS L. et al. Interferência de extratos de alho na germinação e no vigor de sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 345-349, 2001.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. cap. 3. p. 49 – 86.

NAMAKURA, H.; YAMAMOTO, T. Mutagen and anti-mutagen in ginger, *Zingiber officinale*. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 103, n. 2, p. 119-126, 1982.

NASCIMENTO, W. M. et al. Colheita e armazenamento de sementes de coentro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 12, p. 1793-1801. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100204X20060012.00015&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X20060012.00015&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em 29 abr.2018.

NASCIMENTO, W. M. et al. Produção de Sementes de Coentro. In: NASCIMENTO, W. M. **Produção de Sementes de Hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2014. cap. 5. p. 147-170.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. S. **Controle de qualidade de sementes de hortaliças**. 2007. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Warley-2\\_Controle\\_qual\\_sem\\_%20hort.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Warley-2_Controle_qual_sem_%20hort.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2018.

NASCIMENTO, W. M.; VIDAL, M. C.; RESENDE, F. V. **Produção de sementes de hortaliças em sistema orgânico**. XII Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças Mossoró/RN – 22 a 24 de outubro de 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71508/1/palestra9.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

NASCIMENTO, W. M.; VIDAL, M. C.; RESENDE, F. V. Produção de sementes de hortaliças em sistema orgânico. In: NASCIMENTO, W. M. **Hortaliças: Tecnologia de Produção de Sementes**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2011. parte 1. p. 61-78.

NERILO, S. B. et al. Antifungal properties and inhibitory effects upon aflatoxin production by *Zingiber officinale* essential oil in *Aspergillus flavus*. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, p. 286–292. 2016.

NGUEFACK, J. et al. Evaluation of five essential oils from aromatic plants of Cameroon for controlling seed-borne bacteria of rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 397-407, jul. 2005.

NISHIDA, N. Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. **Journal of Chemical Ecology**, v. 31, n. 5, p. 1187–1203. 2005.

NOZAKI, M.H. et al. *Rosmarinus officinalis* no controle de fitopatógenos. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, supl., p.311, 1999.

OLANIYI, A. A.; SOFOWORA, E. A.; OGUNTIMENIN, B. O. Phytochemical investigation of some nigerian plants used against fevers. II *Cymbopogon citratus*. **Planta Médica**, Stuttgart, v. 28, p. 186-189, 1975.

OLIVEIRA, J. S. B. et al. Germinação de sementes de feijão submetidos a preparados homeopáticos de *Eucalyptus citriodora*. 2011. VII Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. **Anais Eletrônicos**. Maringá: [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc\\_2011/anais/juliana\\_santos\\_batista\\_oliveira.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc_2011/anais/juliana_santos_batista_oliveira.pdf). Acesso em 10 set. 2018.

OMIDBEYGI, M. et al. Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus xavus* in liquid medium and tomato paste. **Food Control**, v. 18, p. 1518–1523. 2007.

ONTENGCO, D. C.; DAYAP, L. A.; CAPAL, T. V. Screening for the antibacterial activity of essential oils from some Philippine plants. **Acta Maniiana**. Manila, v. 43, p. 19-23, 1995.

PAWAR, V. C.; THAKER, V. S. In vitro efficacy of 75 essential oils against *Aspergillus niger*. **Mycoses**, India n. 49, p. 316-323. 2006.

PEREIRA, K. C. et al. Avaliação de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes e mudas de *Schinus molle*. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v. 36, n. 85, p. 71-78. 2016. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb3/index.php/pfb/article/view/905>>. Acesso em: 29 abr. 2018.



PEREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. A. Estudo *in vitro* da ação do óleo de *Melaleuca* sp. e extrato bruto de *Cinnamomum zeylanicum*, cultivadas no Brasil, em relação à *Staphylococcus* SP [Trabalho de Conclusão de Curso] Universidade do Vale do Sapucaí. Pouso Alegre; 2012.

PEREIRA, R. S.; MUNIZ, M. F. B.; NASCIMENTO, W. M. Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.703-706, 2005. Disponível em:<  
[http://www.scielo.br/scielo.phpscript=sci\\_arttext&pid=S010205362005000300002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.phpscript=sci_arttext&pid=S010205362005000300002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 10 abr. 2008.

PÉREZ-FONS, L. et al. Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) diterpenes affect lipid polymorphism and fluidity in phospholipid membranes. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 453, p. 224–236, 2006.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; LABBÉ-BAUDET, L. Secagem de sementes de hortaliças. In: **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. cap. 4. p. 137-154.

PIATI, A.; SCHNEIDER, C. F.; NOZAKI, M. H. Efeito *in vitro* do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* sobre o crescimento e desenvolvimento de *Penicillium* sp. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1033-1040, 2011.

PINHEIRO, A. L.; PINHEIRO, D. T.; COUTO, L. Dendrologia. In: VALE, A. B. et al. **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa, MG: SIF, 2014. p. 69-86.

RAMOS, N. P.; MARCOS FILHO J.; GALLI, J.A. Tratamento fungicida em sementes de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p.57-61. 2008.

RAŠKOVIĆ, A. et al. Antioxidant Activity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Essential Oil and its Hepatoprotective Potential. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 14, p. 225, 2014.

REIGOSA, M. J., SANCHEZ-MOREIRAS, A., GONZALES, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Science**, v.18, n. 5, p. 577-608. 1999.

REIS, et al. Associação de *Alternaria dauci* e *A. alternata* com sementes de coentro e eficiência do tratamento químico. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 24, p. 107-111, 2006.

RIELD, R.W. Practical methods for using tea tree oil. **AgroFood Industry Hi-Tech**, v.8, n.1, p. 34-36, 1997.

ROBBINS, S. R. J. Selected markets for the essential oils of lemongrass, citronella and eucalyptus. **Tropical Products Institute Report**, London, v. 17, p. 13, 1983.

ROCHETE, F.; ENGELEN, M.; VANDEN BOSSCHE, H. Antifungal agents of use in animal health-practical applications. **Journal Veterinary Pharmacology and Therapy**, v.26, n.1, p.31-53, 2003.

RYDER, E. J. **Lettuce, endive, and chicory**. Wallingford: CABI, 1999. 208 p.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. 'Piraroxa': cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 158-159, jan.-mar. 2005.

SALA, F. C.; NASCIMENTO, W. M. Produção de Sementes de Alface. In: NASCIMENTO, W. M. **Produção de Sementes de Hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2014. cap. 1. p. 17-44.

SANTIAGO, J. de A. et al. Cytogenotoxic effect of essential oil from *Backhousia citriodora* L. (Myrtaceae) on meristematic cells of *Lactuca sativa* L. **South African Journal of Botany**, p. 1-6, 2017.

SANTOS, A. O. et al. Effect of Brazilian copaiba oils on *Leishmania amazonensis*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, n. 2, p. 204–208. 2008.

S

ANTOS, R. H. S. et al. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 521-525, mar. 2001.

SARTORELLI, P. et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from two species of Eucalyptus. **Phytotherapy Research**. v. 21, n. 3 p. 231–233, mar. 2007.

SHARMA, N.; TRIPATHI, A. Effects of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. **Microbiological Research**. v. 163, p. 337–344. 2008.

SHIMONI, M.; REUVENI, R.; RAVID, U. Growth inhibition of plant pathogenic fungi by essential oils. **Hassadeh**, v. 3, p. 306-308, 1993.

SHOKOUHIAN, A.; HABIBI, H.; AGAHI, K. Allelopathic effects of some medicinal plant essential oils on plant seeds germination. **Journal of Bioscience and Biotechnology**, v. 5, n. 1, p. 13-17. 2016.

SILVA, S. R. S. et al. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 24, n. 5, p.1363-1368, 2002. <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/2382>>. 30 Set. 2018.

SIQUI, A. C. et al. Óleos essenciais – potencial anti-inflamatório. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**. v. 16, p. 38-43, 2.000.

SOLIMAN, F. M. et al. Analysis and biological activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* from Egypt. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 9, n. 1, p. 29-33, Jan.-Fev. 1994.

SOUZA FILHO A. P. S. et al. Atividade alelopática de extratos brutos de três espécies de *Copaifera* (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Planta daninha**, v. 28, p. 743-751. 2010.

SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 465-471. 2007.

SOUZA, V. M. de.; CARDOSO, S. B. Efeito alelopático de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Alface) e *Phaseolus vulgaris* L. (Feijão), **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, v. 3 , n. 2, p. 1-6. 2013.

STAVROPOULOU, A.; et al. *Origanum dictamnus* Oil Vapour Suppresses the Development of Grey Mould in Eggplant Fruit In Vitro. **BioMed Research International**. 11 p. 2014. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1155/2014/562679>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

STEFFEN, R, B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K. Efeito estimulante do óleo essencial de eucalipto na germinação e crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v. 30, n. 63, p. 199-206, 2010.

SVOBODA, K.P.; DEANS, S.G. A study of the variability of rosemary and sage and their volatile oils on the British market: their antioxidative properties. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 7, n. 2, p. 81-87, abril, 1992.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 4. ed. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, USA, 2009. 764 p.

TIWARI, B. K. et al. Application of natural antimicrobials for food preservation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 5987–6000. 2009.

TYAGI, A.; MALIK, A. Antimicrobial potential and chemical composition of *Eucalyptus globulus* oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms. **Food Chemistry**, v. 126, p. 228-235, 2011.

UTPALENDU, J.; CHATTOPADHYAY, R. N.; PRASAD, S. B. Preliminary studies on antiinflammatory activity of *Zingiber officinale* Roscoe, *Vitex negundo* Linn, and *Tinospora cordifolia* (Willid) Miers in albino rats. **Indian Journal of Pharmacology**, Índia, v. 31, n. 3. p. 232-233, 1999.

VARMA, J., DUBEY, N. K. Efficacy of essential oils of *Caesulia axillaris* and *Mentha arvensis* against some storage pests causing biodeterioration of food commodities. **International Journal of Food Microbiology**, v. 68, p. 207–210. 2001.

VIEGAS, E. C. et al. Toxicidade de óleos essenciais de alho e casca de canela contra fungos do grupo *Aspergillus flavus*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 915-919, 2005.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Documentos Florestais, n. 17 ago. 2003, 36p.

VOKOU, D. et al. Effects of monoterpenoids, acting alone or in pairs, on seed germination and subsequent seedling growth. **Journal of Chemical Ecology**. v. 29, p. 2281–2301. 2003.

WANDERLEY JUNIOR, L. J. G.; NASCIMENTO, W. M. Produção de sementes de coentro. **Circular técnica da Embrapa Hortaliças**. Brasília, 2010.

XAVIER, M.V.A. et al. Óleo essencial de *Baccharis trimera* (Less.) DC. sobre o potencial fisiológico de sementes de feijão caupi. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, número especial, p. 214-217, 2012.

YOSHIKAWA, M. et al. Stomachic principles in ginger. III. An anti-ulcer principle, 6-gingesulfonic acid, and three monoacyldigalactosylglycerols, gingerglycolipids A, B and C, from *Zingiberis Rhizoma* originating in Taiwan. **Chinese Pharmacological Bulletin**, Tokyo, v. 42, n. 6, p. 1226-1230, 1994.

YU, M. H.; CHOI, J. H.; CHAE, I. G.; et al. Suppression of LPS-induced inflammatory activities by *Rosmarinus officinalis* L. **Food Chemistry**, v. 136, n. 2, p. 1047–1054, 2013.

ZAHED, N. et al. Allelopathic effect of *Schinus molle* essential oils on wheat germination. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 32, p. 1221–1227. 2010.

ZOPPAS, B. C. A.; VALENCIA-BARRERA, R. M.; FERNANDÉZ-GONZÁLES, D. Distribuição de esporos de *Cladosporium* spp no ar atmosférico de Caxias do Sul, RS, Brasil, durante dois anos de estudo. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, v. 34, n. 2, p. 55-58. 2011.

ZUNINO, M. P., ZYGADLO, J. A. Effect of monoterpenes on lipid oxidation in maize. **Planta**, v. 219, n. 2, p. 303–309. 2004.