

**MANEJO DA QUEIMA-DAS-FOLHAS CAUSADA POR *Alternaria*  
*dauci* EM COENTRO**

**HALANNA CAMPOS PORTO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**SETEMBRO DE 2022**

**MANEJO DA QUEIMA-DAS-FOLHAS CAUSADA POR *Alternaria*  
*dauci* EM COENTRO**

**HALANNA CAMPOS PORTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências do Mestrado em Ciências Agrárias. Área de concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

**Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Élide Barbosa Corrêa**

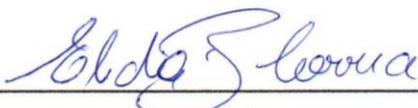
**CAMPINA GRANDE- PB**

**SETEMBRO DE 2022**

**MANEJO DA QUEIMA-DAS-FOLHAS CAUSADA POR**  
***Alternaria dauci* EM COENTRO**

Dissertação apresentada  
ao Programa de Pós-  
Graduação em Ciências  
Agrárias da Universidade  
Estadual da  
Paraíba/Embrapa  
Algodão, como parte das  
exigências do Mestrado  
em Ciências Agrárias.  
Área de concentração:  
Agrobioenergia e  
Agricultura Familiar.

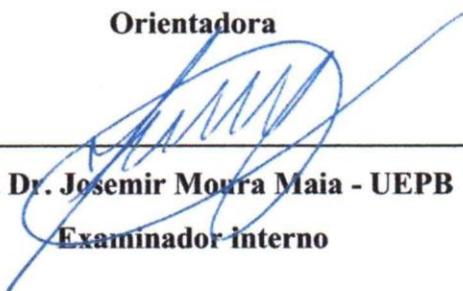
**Banca Examinadora**



---

**Profa. Dr.<sup>a</sup>. Élide Barbosa Corrêa - UEPB**

**Orientadora**



---

**Prof. Dr. Josemir Moura Maia - UEPB**

**Examinador interno**



---

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Luciana Cordeiro do Nascimento – UFPB**

**Examinadora externa**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir concluir mais essa etapa na minha vida;

Aos meus pais Ednilson e Deia, às minhas irmãs Herlanne e Herlen por todo o incentivo e apoio para que eu pudesse estudar;

À minha sobrinha Ana Laura por me incentivar quando diz que sou “a tia que entende das plantas” e ao meu sobrinho Luiz Miguel pelo carinho;

À professora Élide por me orientar, assim continuei estudando na área da fitopatologia. Por todo o conhecimento repassado, suporte e paciência ao longo desse ano;

À Analberto, Josely, Antônio, Rivaildo, Nem, Seu Aluísio, Yuri, Trícia, Mirandy e Franciso por contribuírem diretamente de alguma forma para a realização dessa pesquisa;

Aos amigos Zé Luis, Mariane, Lais, Maicon, Shirley e Wesley por estarem comigo nas etapas da minha vida;

Aos colegas do mestrado pelo companheirismo mesmo com as adversidades de cursar o mestrado durante a pandemia;

Ao Campus II da UEPB por ser o ambiente de realização desse trabalho;

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-UEPB pela oportunidade;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudos;

A todos, meu muito obrigada.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1 Importância do Coentro .....	15
2.2 Características e cultivo do coentro .....	15
2.3 Queima-das-folhas do coentro .....	16
2.4 Efeito das doenças no metabolismo vegetal .....	18
2.5 Manejo da queima-das-folhas do coentro.....	20
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>21</b>
3.1 Geral .....	21
3.2 Específicos .....	22
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
4.1 Descrição, localização dos experimentos e condições climáticas .....	22
4.3 Preparo das caldas e extratos vegetais.....	24
4.4 Avaliação do controle cultural e alternativo da queima do coentro .....	25
4.5 Avaliação do manejo da queima do coentro em casa-de-vegetação.....	26
4.6 Quantificação da doença .....	26
4.7 Avaliação dos parâmetros fisiológicos.....	27
4.8 Análise estatística .....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
5.1 Avaliação do controle cultural e alternativo da queima do coentro.....	29
5.1.1 Experimento I/Condições de campo com infecção natural de <i>Alternaria dauci</i> .....	29
5.1.2. Experimento II/ Condições de campo com infecção natural de <i>Alternaria dauci</i> .....	30
5.1.3. Experimento em casa-de-vegetação/ Condições controladas com inoculação artificial de <i>Alternaria dauci</i> .....	35
5.2 Avaliação do controle cultural e alternativo da queima nos parâmetros fisiológicos do coentro ...	39
5.2.1. Experimento I/Condições de campo com infecção natural de <i>Alternaria dauci</i> .....	39
5.2.2. Experimento II/ Condições de campo com infecção natural de <i>Alternaria dauci</i> .....	42
5.2.3. Experimento em casa-de-vegetação/ Condições controladas com inoculação artificial de <i>Alternaria dauci</i> .....	47
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>51</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
--------------------------	-----------

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> Características químicas do solo da área agroecológica da UEPB, campus II.....	23
<b>Tabela 02.</b> Análise de variância da incidência da doença no dia 06/07/21 (INC 1), incidência no dia 13/07/21 (INC 2) e porcentagem da intensidade da doença (PDI).....	28
<b>Tabela 03.</b> Análise de variância da incidência da doença do dia 21/10/21 (INC 1), incidência do dia 30/10/21 (INC 2), incidência do dia 08/11/21 (INC 3) e porcentagem da intensidade da doença (PDI).....	30
<b>Tabela 04.</b> Análise de variância da massa seca da folha (MS Folha) e da massa seca da raiz (MS Raiz).....	33
<b>Tabela 05:</b> Análise da incidência da doença do dia 04/11/21 (INC1), incidência do dia 12/11/21 (INC 2) e porcentagem da intensidade da doença do dia 04/11/21 (PDI).....	35
<b>Tabela 06.</b> Análise de variância da massa seca das folhas (MSF) e massa seca das raízes (MSR).....	38
<b>Tabela 07.</b> Análise de variância da fluorescência inicial (FO), fluorescência variável (FV), fluorescência máxima (FM), máxima eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM), taxa de transporte de elétrons (ETR) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.....	39
<b>Tabela 8.</b> Teste de média para as variáveis de fluorescência inicial (Fo), eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM), taxa de transporte de elétrons (ETR) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.....	40
<b>Tabela 9.</b> Análise de variância da concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs), transpiração (E), taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (A) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.....	41
<b>Tabela 10.</b> Teste de média para as variáveis de concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs) e taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (A) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.....	42

**Tabela 11.** Análise de variância da Fluorescência inicial (FO), de eficiência quântica (FV), fluorescência máxima (FM) e máxima eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.....42

**Tabela 12.** Teste de média para as variáveis de fluorescência inicial (FO), fluorescência máxima (FM), fluorescência variável (FV), eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.....44

**Tabela 13.** Análise de variância da concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em folhas de coentro adaptadas ao escuro...45

**Tabela 14.** Teste de média para as variáveis de concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (GS), transpiração (E), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.....45

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância para as variáveis da fluorescência inicial antes do pulso de saturação (Fs), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fms), radiação fotossinteticamente ativa (PAR-Clip), eficiência quântica do fotossistema II (Y).....46

**Tabela 16.** Teste de média para as variáveis de fotossinteticamente ativa (PAR-Clip), fluorescência inicial antes do pulso de saturação (Fs), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fms), eficiência quântica do fotossistema II (Y).....48

**Tabela 17.** Resumo da análise de variância para as variáveis de concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs), transpiração (E) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>/ fotossíntese líquida (A).....48

**Tabela 18.** Teste de média para as variáveis de concentração de carbono interno (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A).....50

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 01.** Conídios de *A. dauci* (A) e *A. alternata* (B).....17
- Figura 02.** Dados pluviométricos do período do experimento I [07 de junho de 2021 a 21 de julho de 2021, (A)]; e II [14 de setembro de 2021 a 11 de novembro de 2021, (B)] no campo. Dados da temperatura do ar (mín: mínima; méd: média e máx: máxima) do experimento I (C), II (D) e III (E).....22
- Figura 03.** Efeito dos extratos vegetais, das caldas (A) e das densidades (B) de plantio na incidência da queima do coentro dos dias 06/07/21 (INC 1). T: testemunha, EA: extrato de alho, CCC: calda de cal e cinza, CB: Calda bordalesa e EMSC: Extrato de Melão de São Caetano. D1: 2g e D2: 4g de sementes por metro linear. (A) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (B) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.....29
- Figura 04.** Efeito dos extratos vegetais, das caldas e das densidades de plantio na incidência da queima do coentro dos dias 14/09/21 (INC 1) (A), 21/10/21 (INC 2) (B) e 08/11/21 (INC 3) (C). T: testemunha, EA: extrato de alho, CCC: calda de cal e cinza, CB: calda bordalesa e EMSC: extrato de Melão de São Caetano. D1: 2g e D2: 4g de sementes por metro linear. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para caldas e extratos na densidade D1 e D2. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre cada tratamento (extrato/calda) quanto à densidade pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.....30
- Figura 05.** Efeito dos extratos vegetais, das caldas e da densidade de plantio na porcentagem da intensidade de doença (PDI) em plantas de coentro quanto aos extratos e caldas (A) e quanto a densidade (B). T: testemunha, EA: extrato de alho, CCC: calda de cal e cinza, CB: calda bordalesa e EMSC: extrato de Melão de São Caetano. D1: 2g e D2: 4g de sementes por metro linear. (A) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para caldas e extratos. (B) Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre cada densidade pelo teste t de Student a 5% de probabilidade...32

**Figura 06.** Efeito dos extratos vegetais, das caldas e das densidades de plantio na incidência da queima do coentro dos dias 14/09/21 (A), 21/10/21 (B) e 08/11/21 (C). T: testemunha, EA: extrato de alho, CCC: calda de cal e cinza, CB: calda bordalesa e EMSC: extrato de melão de São Caetano. D1: 2g e D2: 4g de sementes por metro linear. (A) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para caldas e extratos na densidade D1 e D2 e médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre cada tratamento (extrato/calda) quanto à densidade pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.(B) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para caldas e extratos. (C) Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre cada densidade pelo teste t de Student a 5% de probabilidade...34

**Figura 07.** Efeito dos extratos vegetais e das caldas na incidência da doença (A) e na porcentagem de intensidade da doença (PDI 1) (B), tratamentos com letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. (PDI 2) (C) Dados seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente para no teste de Kruskal-Wallis a 5%.....36

## RESUMO

PORTO, HALANNA CAMPOS. Universidade Estadual da Paraíba/ Embrapa Algodão. Setembro de 2022. Controle da queima-das-folhas causada por *Alternaria dauci* em coentro. Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Élide Barbosa Corrêa.

O coentro é uma hortaliça pertencente à família Apiacea, amplamente consumido no Brasil. No Nordeste é produzido em grande parte por agricultores familiares. Entretanto, fatores como a incidência de doenças podem acarretar declínio da produção e prejuízos econômicos aos agricultores. Uma das principais doenças que incidem sobre o coentro é a queima-das-folhas, causada por *Alternaria dauci*. O objetivo do estudo é avaliar o controle alternativo e cultural da queima-das-folhas do coentro, utilizando calda bordalesa, calda de cal e cinza, extrato de alho e extrato de melão de São Caetano para pulverização das plantas em duas densidades de plantio ( $2 \text{ g.m}^{-1}$  e  $4 \text{ g.m}^{-1}$ ) e investigar o efeito dos tratamentos e da doença sobre os parâmetros fisiológicos das plantas durante processo infeccioso de *A. dauci*. Foram avaliadas a incidência e a severidade da doença e as variáveis fisiológicas de fluorescência da clorofila *a* e trocas gasosas. Os experimentos foram conduzidos no campo, em delineamento em blocos ao acaso com três repetições, disposto em esquema fatorial 4 (caldas) x 2 (densidades) e em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado com 9 repetições. Cada unidade experimental foi composta por um vaso contendo duas plantas. Os resultados mostraram que a calda de cinza e cal, extrato de melão de São Caetano e extrato de alho não diminuem a incidência e severidade da queima do coentro. Entretanto, a calda bordalesa diminui a intensidade da queima do coentro em condições de infecção natural no campo e em ambiente controlado com inoculação artificial. O controle cultural, por meio do cultivo de menor densidade de plantas ( $2 \text{ g.m}^{-1}$ ) diminui a incidência e severidade quando comparada com a maior densidade de plantas ( $4 \text{ g.m}^{-1}$ ). A aplicação das caldas e extratos resultou em melhor eficiência no uso da água pelas plantas. A calda de cal e cinza apresentou maior incremento na fotossíntese.

**Palavras chaves:** *Coriandrum sativum* L., Controle alternativo, Controle cultural, Fotossíntese.

## ABSTRACT

Coriander is a vegetable belonging to the Apiacea family widely consumed in Brazil. In the Northeast, it is largely produced by family farmers. However, factors such as the incidence of diseases can lead to a decline in production and economic losses to farmers. One of the main diseases that affect coriander is leaf blight caused by *Alternaria dauci*. The objective of this study is to evaluate the alternative and cultural control of the leaf blight of coriander, using Bordeaux mixture, lime and ash mixture, garlic extract and bitter melon extract for spraying the plants grown in two planting densities (2 g.m<sup>-1</sup> and 4 g.m<sup>-1</sup>) and investigate the effect of treatments and disease on the physiological parameters of plants during the infectious process of *A. dauci*. The incidence, percentage of disease intensity, and physiological variables of chlorophyll fluorescence and gas exchange were evaluated. The experiments were conducted in the field, in a randomized block design with three replications, arranged in factorial scheme 4 (extracts and mixtures) x 2 (densities) and in greenhouse, in a completely randomized design with 9 replications. Each experimental unit was composed of a pot containing two plants, both on the campus of the State University of Paraíba. The results showed that the ash and lime syrup, bitter melon extract and garlic extract did not decrease the incidence and severity of coriander burning. However, Bordeaux mixture reduces the intensity of coriander burning under natural infection conditions in the field and in a controlled environment with artificial inoculation. Cultural control, by cultivating a lower density of plants (2 g.m<sup>-1</sup>) reduces the incidence and severity when compared to the highest density of plants (4 g.m<sup>-1</sup>). The application of the mixtures and extracts resulted in better efficiency in the use of water by the plants. The ash and lime mixture showed the greatest increase in photosynthesis.

**Key words:** *Coriandrum sativum* L., Alternative control, Cultural control, Photosynthesis.

## 1. INTRODUÇÃO

O coentro (*Coriandrum sativum*) é uma hortaliça folhosa aromática cultivada e consumida mundialmente. No Brasil, o coentro é cultivado principalmente por agricultores familiares em agroecossistemas diversificados. O cultivo do coentro para a região Nordeste tem elevada importância econômica, estando presente em todos os estados nordestinos (BRAINER, 2019). Espécie nativa do mediterrâneo e pertencente à família Apiaceae, o coentro é utilizado como tempero para o preparo de diversos pratos. Toda a parte aérea da planta (caule, folhas e sementes) é utilizada como condimento (MACHADO e MEDEIROS, 2016).

O cultivo do coentro, assim como de outras hortaliças que são produzidas por agricultores familiares, geralmente tem baixo rendimento econômico pela falta de assistência técnica aos agricultores (MELO et al., 2018). Devido à falta de orientação técnica, práticas não apropriadas são utilizadas quanto ao manejo do solo, da água e de pragas e doenças.

Doenças são importantes fatores que levam a diminuição e até mesmo a perda total da produção de coentro. Dentre as doenças, a queima-das-folhas, causada por *Alternaria dauci* e *Alternaria alternata* tem grande importância econômica (KHARE et al., 2017; MANSUR et al., 2020). A queima-das-folhas do coentro ocorre com maior intensidade nas épocas chuvosas, onde o fungo penetra nas folhas acarretando o desenvolvimento de manchas que evoluem para o sintoma de queima, causando a destruição da parte aérea. Além de causar a queima-das-folhas, *Alternaria* spp. podem causar o tombamento das plântulas no campo, principalmente quando são utilizadas sementes infectadas com o patógeno (REIS e LOPES, 2016).

O manejo da queima-das-folhas do coentro pode ser realizado utilizando medidas culturais, físicas, biológicas e alternativas (REIS e LOPES, 2016; RAVISHANKAR e TIWARI, 2018; MANGWENDE et al., 2019). A principal forma de manejo da doença é a preventiva (REIS e LOPES, 2016). O controle químico não é recomendado, pois não existem agrotóxicos registrados no Ministério da Agricultura para o controle da doença do coentro (AGROFIT, 2021).

As medidas culturais preventivas para a doença são a utilização de sementes saudáveis, visto que o patógeno pode colonizar as sementes interna e externamente e a diminuição das condições do ambiente favoráveis à infecção do patógeno, por meio do manejo da irrigação, evitando-se o molhamento das folhas e aumentando o espaçamento. A diminuição do inoculo na área pode ser realizada pela não implantação de novas culturas próximas a cultivos de

coentro já instalados e pelo plantio de culturas não hospedeiras do patógeno (REIS e LOPES, 2016).

Os extratos e as caldas também são utilizados como controle alternativo de doenças de plantas. Dentre as caldas, a calda bordalesa e a calda de cal e cinza são indicadas para o tratamento de doenças fúngicas e permitidas para a utilização na agricultura orgânica (TOFOLI et al., 2015; LEITE et al., 2016; PEREIRA, 2020).

Além dos estudos em resposta ao ataque de patógenos com a análise de folhas inteiras ou grandes extensões com os sintomas da doença, é conveniente avaliar a diversidade de eventos que ocorrem à área infectada numa mesma folha por um patógeno, contribuindo para um maior entendimento na dinâmica fotossintética na interação planta-hospedeiro (TABAGIBA, 2013).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância do Coentro

Há mais de 2000 anos o coentro (*Coriandrum sativum* L.) é utilizado como alimento e como remédio. Acredita-se que o centro de origem do coentro seja a região mediterrânea. Na Grécia antiga, a planta era usada em perfumes e tanto as sementes quanto as folhas eram usadas na culinária. A erva também foi amplamente usada no Império Romano (YARNELL e ABASCAL, 2012). *Coriandrum sativum* contém vários fitoquímicos, como polifenóis, vitaminas e muitos fitoesteróis, incluindo efeitos anticancerígenos, anti-inflamatórios, antidiabéticos, analgésicos e benefícios cardiovasculares (MAHLEYUDDIN et al., 2022).

Na alimentação as folhas frescas de coentro são usadas para aromatizar saladas e sopas. As sementes são amplamente utilizadas como condimentos na preparação de curry e temperos. Ainda tem sua importância na indústria alimentar na fabricação de aromatizantes, produtos de panificação, produtos à base de carne, refrigerantes e xaropes, doces em conserva e licores (GONDALIA, et al., 2019).

A Índia é o maior produtor e consumidor mundial de coentro. Contribuindo com cerca de 50-60% da produção mundial total. A Malásia é o maior mercado de exportação e representou 51,10% de participação total na exportação para a Índia (GONDALIA, et al., 2019).

O Nordeste é a região que mais produz coentro no Brasil, com valores de produção de 188,05 milhões de reais. Os estados que mais produzem coentro são o Ceará, Pernambuco, Alagoas e Bahia. Em relação aos municípios de maior produção dos nove estados nordestinos, o município de Lagoa Seca, na Paraíba, fica em décimo lugar, levando em conta a produtividade em toneladas (BRAINER, 2019).

### 2.2 Características e cultivo do coentro

O coentro pertence à família Apiácea, assim como a cenoura (*Daucus carota* L.), salsa (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym.) e o salsão (*Apium graveoles* L.). A germinação do coentro é epígea. As folhas se alternam e as primeiras costumam ser reunidas em roseta (DIEDERICHSEN, 1996). O caule é geralmente verde, ficando, na época da floração, vermelho ou violeta, podendo chegar à altura de 0,2 a 1,4 m. É levemente ereto, tendo por vezes vários ramos no nódulo basal, terminando cada ramo com uma inflorescência. As folhas

são de coloração verde ou verde claro, sendo que a parte inferior apresenta aspecto ceráceo brilhante. Durante a floração, as folhas podem ficar vermelhas ou roxas, murchando antes dos primeiros frutos amadurecerem, começando esse processo nas folhas basais (CLEMENTE e HABER, 2013).

A inflorescência é uma umbela composta. As flores são brancas ou róseas, pequenas, sendo que, as de circunferência radiada e com pétalas maiores são dispostas em umbelas curtamente pedunculadas. O fruto é cremocarpo ovoide, globuloso, costado e coroado pelos dentes do cálice e pelos dois estiletos, podendo separar-se em dois mericarpos hemisféricos. A multiplicação do coentro é feita geralmente pelo plantio dos frutos maduros, pois é difícil separar o fruto da semente (DIEDERICHSEN, 1996; GRANDI, 2014).

O cultivo do coentro é feito principalmente por agricultores familiares. Apesar de ser amplamente explorado no semiárido brasileiro, é quase inexistente pesquisas que foquem na melhoria produtiva da cultura (ALMEIDA et al., 2019). O coentro é cultivado em sistemas convencionais, orgânicos, em cultivos protegidos e hidropônicos (REIS e LOPES, 2016).

O ciclo de cultivo para a comercialização das folhas é de 40 a 55 dias. Devido à intolerância a baixas temperaturas, o coentro é cultivado em áreas onde as temperaturas são acima de 25 °C e em diversos tipos de solos (REIS e LOPES, 2016). A recomendação de cultivo é em canteiros em pleno sol e irrigação por gotejamento. A semeadura é direta nos canteiros, recomendando-se a utilização de sulcos longitudinais distanciados 25 cm e desbaste das plantas, deixando-se 2,5-5 cm entre as plantas. Cultivos consorciados de coentro podem ser feitos com espinafre (*Spinacea oleracea* L.), rabanete (*Raphanus sativus* L.), manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e outras leguminosas de porte pequeno (FILGUEIRA, 2008; MORALES-PAYÁN, 2011).

### **2.3 Queima-das-folhas do coentro**

A queima-das-folhas do coentro é uma das principais doenças da cultura. A elevada umidade é o principal fator que favorece essa doença, sendo fatores limitantes para a produção nas épocas chuvosas (REIS e LOPES, 2016) em cultivos no campo.

Os agentes causais da queima-das-folhas são os fungos *Alternaria dauci* e *Alternaria alternata* (KHARE et al., 2017; MANSUR et al., 2020). O gênero *Alternaria* é composto por fungos anamórficos que produzem conídios com comprimento e largura variável, individuais e raramente catenulados, retos ou ligeiramente curvos, com corpo oblongo ou elipsoidal que se afina em direção ao ápice, formando um bico comprido, sinuoso e ocasionalmente

ramificado. Os conídios têm coloração palha, parda ou ouro claro, com septos transversais e poucos ou nenhum longitudinal. Os esporos são inseridos em conidióforos septados, retos ou sinuosos, que ocorrem isolados ou em grupos (TOFOLI et al., 2015). As colônias são geralmente de coloração cinza, esverdeada, oliváceas escuras, marrom-escuro ou preto (LAWRENCE et al., 2016).

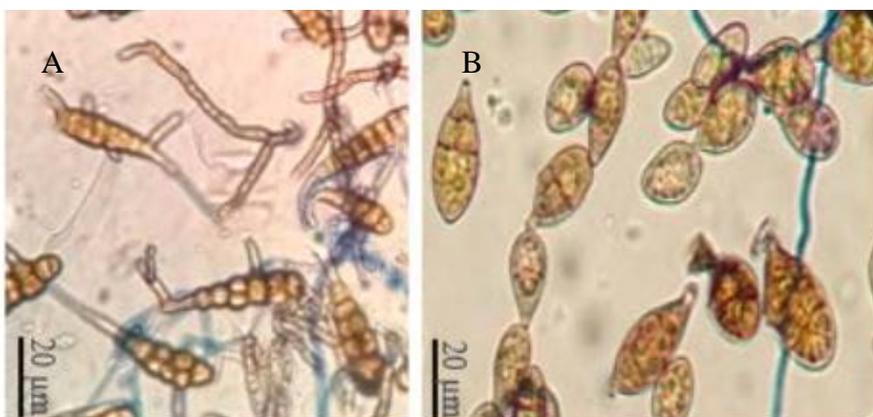


Figura 01. Conídios de *Alternaria dauci* (A) e *Alternaria alternata* (B). Fonte: GADOTTI et al., 2021.

Os conídios de *A. alternata* apresentam-se no formato de pera invertida, ovoides ou elipsoides de coloração marrom clara, com a presença de 1-3 septos longitudinais e 2-4 transversais. Os conidióforos são simples, retos ou curvos, lisos, de um a três septos e com perfuração apical. Os conídios apresentaram-se em longas e ramificadas cadeias (BARROSO et al., 2019).

Os conidióforos de *A. dauci* são alongados e não ramificados, de cor marrom-oliva, com aproximadamente 80 µm de comprimento e 10 µm de espessura, produzem conídios ovais com septos transversais e longitudinais. Os conídios maduros possuem bico filamentos terminal típico (CRUZ, 2018).

Os patógenos são dispersos água, vento e insetos. Trabalhadores, equipamentos e animais em contato com as folhas molhadas podem disseminar o fungo. Fontes de inóculo do patógeno são sementes contaminadas, restos de cultura, equipamentos agrícolas, estacas e caixas com restos culturais contaminados. Uma vez no campo, o fungo sobrevive no solo na forma de micélio e esporos. Os conídios de *Alternaria* spp. são resistentes a baixos níveis de umidade, podendo permanecer viáveis por até um ano nessas condições (TOFOLI et al., 2015).

Havendo umidade e calor suficientes, os conídios germinam e infectam as plantas diretamente pela cutícula, por ferimentos ou através dos estômatos. A colonização é intercelular, provocando alterações em diversos processos fisiológicos, que se exteriorizam na forma de sintomas (TOFOLI et al., 2015). A doença inicia-se por pequenas manchas cloróticas foliares, arredondadas a oval com anéis concêntricos que coalescem ocasionando o crestamento necrótico das folhas (MANSUR et al., 2020; KHARE et al., 2017). Além de causar a queima-das-folhas, os patógenos podem causar o tombamento das plântulas no campo, diminuindo o stand (REIS e LOPES, 2016).

A ocorrência de epidemias severas da doença está associada às temperaturas diárias de 25 a 32 °C e elevada umidade. A umidade, fator importante na germinação de conídios, pode ser conferida pela chuva, água de irrigação ou orvalho. A presença de água livre na superfície foliar é essencial para a germinação, infecção e esporulação do fungo. De maneira geral, maior intensidade da doença ocorre em condições de ambiente com 40% de umidade relativa durante o dia e 95% durante a noite. Esporulação abundante do fungo ocorre na faixa de 14 a 26 °C, com umidade relativa de 100% durante 24 h no mínimo. A alternância frequente de períodos úmidos e secos parece favorecer a doença (TOFOLI et al., 2015).

## **2.4 Efeito das doenças no metabolismo vegetal**

A fotossíntese é um processo em que a planta utiliza a energia solar para oxidar a água, consequentemente liberando oxigênio, e para reduzir o dióxido de carbono, formando assim grandes compostos carbonados, sobretudo açúcares. A complexa série de reações, que culmina na redução do CO<sub>2</sub>, inclui as reações dos tilacóides e as de fixação do carbono. O mais ativo dos tecidos fotossintéticos das plantas superiores é o mesofilo. As células do mesofilo possuem muitos cloroplastos, os quais contêm os pigmentos verdes especializados na absorção da luz, as clorofilas (TAIZ e ZEIGER, 2017).

A troca de gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e vapor de água) ocorre em aberturas de folhas chamadas estômatos. A transpiração é o processo de liberação de vapor de água, principalmente pelos estômatos, e tem como função manter o fluxo de nutrientes e regular a temperatura das plantas (NOGUEIRA JUNIOR, 2016).

A estimativa visual da severidade de doenças em plantas nem sempre se correlaciona com o efeito desta sobre a atividade fotossintética do hospedeiro (XAVIER et al., 2015). Podendo o decréscimo na atividade fotossintética (em relação à folha sadia, expresso em porcentagem) ser igual, maior ou menor que a severidade da doença (SHTIENBERG, 1992).

O efeito da infecção de patógenos na fotossíntese pode ser analisado monitorando a fluorescência da clorofila a e as trocas gasosas (BERGER et al., 2007).

Uma generalização sobre o efeito dos patógenos fúngicos sobre a fotossíntese e a respiração é que o padrão de resposta do hospedeiro à infecção nem sempre é relacionado ao grupo sistemático do hospedeiro ou patógeno, mas sim com o tipo de interação trófica (SHTIENBERG, 1992).

A interação necrotrófica ocorre quando as células da planta são mortas para a colonização do patógeno. Os patógenos fazem uso de produtos da digestão enzimática das paredes celulares, liberando simultaneamente nutrientes para sobreviver e colonizar o hospedeiro. Alguns dos patógenos necrotróficos produzem toxinas seletivas ao hospedeiro que inativam especificamente enzimas vegetais particulares. A biotrofia é caracterizada quando as células vegetais permanecem vivas durante toda a infecção, por exemplo, em mutualismo e parasitismo. A colonização por patógenos biotróficos leva a alterações no metabolismo e no desenvolvimento da planta (LAL, et al, 2018).

Segundo Stangarlin e Leite (2008) a redução na fotossíntese de folhas infectadas por patógenos pode ocorrer devido a alterações na abertura e fechamento dos estômatos, dificultando a difusão de CO<sub>2</sub> no mesófilo foliar e redução ou destruição de moléculas de clorofila ou de cloroplastos, que resultam em áreas cloróticas e necróticas.

Toxinas produzidas por patógenos necrotróficos como *Alternaria* podem causar a destruição de organelas como os cloroplastos e reduzir a produção de clorofila, além de inibir o transporte de elétrons na fosforilação acíclica (TARABRIN, 1995 apud NOGUEIRA JUNIOR, 2016).

Na literatura são encontrados estudos sobre a interferência da infecção de *Alternaria* sp. nas trocas gasosas e na fluorescência da clorofila a em alguns hospedeiros. Em folhas de repolho branco infectado por *Alternaria brassicicola*, parâmetros como a fluorescência da clorofila a e o rendimento quântico do fotossistema II (Fv /Fm) diminuíram significativamente. A regulação negativa da fotossíntese no estágio inicial desta interação suscetível sugere que pode ser parte de uma estratégia de defesa do hospedeiro, ou, alternativamente, que os cloroplastos são alvos dos fatores de virulência desconhecidos de *A. brassicicola*. No entanto, a diminuição observada da eficiência fotossintética nos estágios mais avançados da infecção é resultado da expansão da lesão necrótica induzida pelo fungo (MACIOSZEK et al, 2020).

A infecção de *A. alternata* em *Gossypium barbadense* resultou em redução da transpiração devido à perda da área verde. A redução na fotossíntese e na transpiração foi devido o tipo de interação trófica (SHTIENBERG, 1992).

Em plantas de *Brassica juncea* infectadas por *A. brassicola*, os valores de Fv/Fm foram estáveis quando investigados nas folhas controle, mas aumentaram nas folhas mais jovens. Em folhas infectadas, o valor de Fv/Fm apresentou uma diminuição significativa correlacionada tanto com o tempo pós-inoculação quanto com a localização da folha. Tal tendência que as folhas superiores e mais jovens são mais resistentes à infecção em patossistemas de *Brassica* foi observada (MACIOSZEK et al, 2019).

## 2.5 Manejo da queima-das-folhas do coentro

Para o controle da maioria das doenças fúngicas é utilizado o tratamento convencional com agrotóxicos, porém, a crescente exigência por produtos vegetais livres de contaminação por resíduos químicos tem incentivado a busca por métodos alternativos de controle (SILVA, 2015), principalmente em hortaliças, por se tratarem de alimentos destinados à alimentação humana, muitas vezes consumidos in natura (PEREIRA et al., 2013). Além disso, para o controle da queima-do-coentro não há agrotóxicos registrados no Brasil (AGROFIT, 2021).

O manejo da queima-das-folhas do coentro é realizado principalmente por medidas culturais que previnem a ocorrência de epidemias da doença e diminuem o inóculo presente na área. Para tanto, recomenda-se a escolha da área de plantio onde o solo não esteja contaminado com *Alternaria* spp.; cultivo em solos profundos e bem drenados; não realizar plantios sucessivos com plantas da família Apiaceae; realizar rotação por dois anos com plantas que não sejam hospedeiras do patógeno; realizar adubação equilibrada para promover a resistência natural da planta; utilizar sementes livres de patógenos, realizar a irrigação por gotejamento e eliminar os restos culturais (REIS e LOPES, 2016).

Em épocas chuvosas, a menor densidade de plantas por área diminui a intensidade da doença, devido ao maior espaçamento entre as plantas, que favorece o processo de secagem das folhas pelo vento e diminui a disseminação dos patógenos entre plantas (ZEFERINO et al., 2020).

O controle preventivo da doença também pode ser feito pela aplicação de caldas. A calda bordalesa é um produto de contato utilizado para o manejo de doenças causadas por fungos e bactérias e permitido para a utilização em sistemas orgânicos de produção. Os íons de cobre da calda bordalesa inativam as enzimas (grupos sulfidríla, hidroxila ou carboxila)

dos fungos causando a morte das células (TOFOLI et al., 2015; PEREIRA, 2020). A presença de nutrientes na calda de cal e cinza, tais como o potássio, cálcio, magnésio, enxofre e silício, contribuem na estrutura e fortalecimento das células das plantas e estimula a resistência a doenças fúngicas e bacterianas (CLARO, 2001; LEITE et al., 2016).

Os extratos de plantas são utilizados no controle alternativo de doenças pelas substâncias antimicrobianas sintetizadas pelas plantas (COSTA et al., 2018) e também por induzirem o sistema de resistência das plantas (STANGARLIN et al., 2011). O extrato de alho (*Allium sativum* L.) vem sendo utilizado em estudos para o manejo de doenças, tendo o princípio ativo a alicina, principal componente biologicamente ativo presente no bulbo. Além dessa substância há a presença do ajoeno, com ampla atividade biológica, dentre elas, antifúngica (CLEMENTE e HABER, 2013).

Mangwende et al. (2019) avaliaram o tratamento de sementes de coentro com *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, água quente (termoterapia) e extratos de plantas no manejo da queima-das-folhas de coentro causada por *A. alternata* em sistema de cultivo orgânico. Os autores verificaram que em condições de casa-de-vegetação o tratamento de sementes de coentro com *T. harzianum*, *B. subtilis*, água quente (54 °C por 15 minutos), extrato de alho e gengibre diminuíram a intensidade da doença nas folhas, sendo esses potenciais tratamentos para o controle da queima-das-folhas do coentro em sistemas orgânicos de produção.

Ravishankar e Tiwari (2018) avaliaram o controle biológico (*Trichoderma viride* e *Pseudomonas fluorescens*), alternativo (óleo de nim) e químico (mancozeb + carbendazim) da queima-das-folhas causada por *A. alternata* em coentro e verificaram que o controle químico foi mais eficiente, seguido do controle biológico utilizando o fungo *T. viride* combinado com a bactéria *P. fluorescens*.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

Avaliar o controle alternativo e cultural da queima-das-folhas do coentro, utilizando calda bordalesa, calda de cal e cinza, extrato de alho e extrato de melão de São Caetano para pulverização das plantas em duas densidades de plantio e investigar o efeito dos tratamentos sob os parâmetros fisiológicos das plantas durante processo infeccioso de *Alternaria dauci*.

### 3.2 Específicos

Avaliar a intensidade da doença das plantas de coentro tratadas com os controles alternativos no campo e em casa-de-vegetação;

Verificar o efeito da densidade de sementes por metro linear em campo, associada as caldas e aos extratos no controle da queima-das-folhas do coentro;

Medir as trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a* de folhas de coentro exposto a infecção natural em campo e inoculação com *A. dauci* em casa de vegetação, pulverizado com tratamentos alternativos.

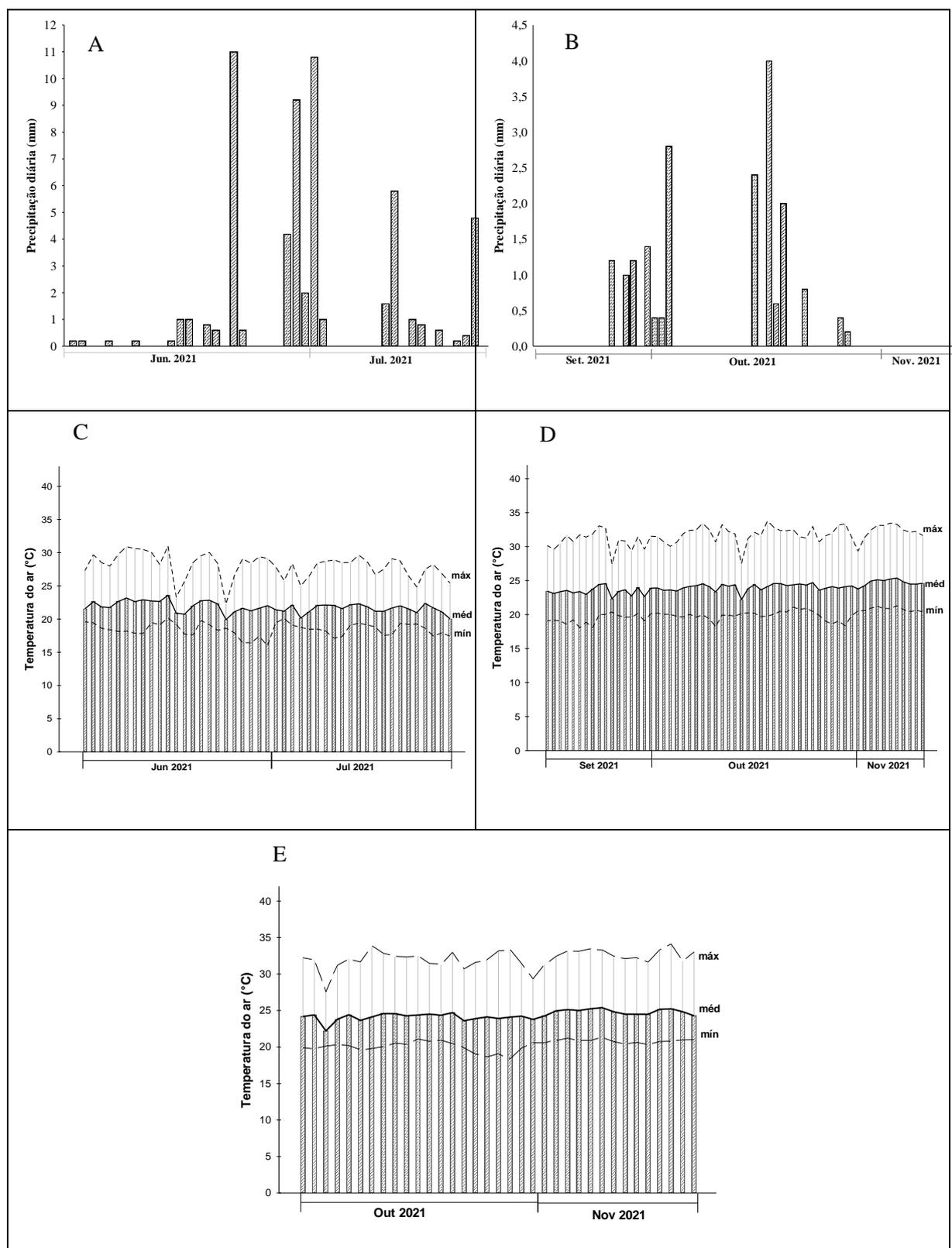
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Descrição, localização dos experimentos e condições climáticas

Para a avaliação da queima-das-folhas em coentro foram realizados três experimentos. O primeiro e o segundo em campo e o terceiro em casa de vegetação. Nos experimentos de campo foram testados os extratos de melão de São Caetano (*Mormodica charantia* L.), alho (*Allium sativum* L.) e calda de cal e cinza para o controle da doença, em duas densidades de plantio com infecção natural de *A. dauci*, sendo os produtos alternativos aplicados após o surgimento das primeiras lesões nas plantas. No segundo experimento de campo foi adicionada a calda bordalesa. No experimento em telado os extratos e caldas foram aplicados de forma preventiva, com inoculação artificial do patógeno.

Os experimentos foram realizados na área agroecológica e em telado no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no município de Lagoa Seca-PB (7° 10' '5'' S 35° 51' 13'' W), mesorregião do Agreste Paraibano.

O clima da região é AS', de acordo com a classificação de Koppen, sendo considerado tropical úmido, em que a temperatura do mês mais frio oscila entre 14°C e 18°C (SANTOS, 2009). Os dados climáticos de temperatura e precipitação foram obtidos por meio da estação meteorológica do campus.



## 4.2 Obtenção das sementes de coentro, adubação, irrigação e tratos culturais

As sementes utilizadas foram adquiridas no comércio local. A variedade utilizada foi a Tabocas (Horticeres).

Antes da semeadura foram coletadas amostras de solo. As coletas foram realizadas em zigue zague, em 20 pontos, numa profundidade de aproximadamente 20 cm. As amostras simples foram misturadas, compondo uma amostra composta em torno de 500g. O resultado da análise consta na tabela 1.

**Tabela 01.** Características químicas do solo da área agroecológica da UEPB, campus II.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H	N	C	MO
	mg/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>			%			
5,62	4,07	0,33	0,21	2,05	2,44	0	0,74	0,02	0,19	0,32

Fonte: Laboratório de irrigação e salinidade da UFCG em Campina Grande-PB.

De acordo com a análise, o solo apresenta características de baixa fertilidade devido os nutrientes não estarem em proporções adequadas para a produtividade das plantas. É levemente ácido. Capacidade de troca catiônica média. Quantidade baixa de matéria orgânica. Não apresenta saturação por sódio nem alumínio.

A adubação foi realizada com esterco caprino curtido, na quantidade de 20 L por metro quadrado de canteiro, para atender as necessidades nutricionais do coentro. O plantio foi realizado em canteiros de 3 m de comprimento, 80 cm de largura e altura de 20 cm. A irrigação foi feita por gotejamento, com uma lâmina de água diária de 238,8 L por hora. Foi realizada a capina manual conforme necessidade no leito dos canteiros.

## 4.3 Preparo das caldas e extratos vegetais

O extrato aquoso de melão de São Caetano foi preparado a partir da adaptação da metodologia para extrato de nim proposta por Michereff Filho, et al. (2009). Foram utilizadas somente as folhas das plantas, que foram coletadas no período da manhã. Posteriormente foram levadas para o laboratório, onde houve a desinfestação com hipoclorito de sódio a 1% durante 5 minutos. As folhas foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 40°C por 72 horas. Após esse período, as folhas foram trituradas em liquidificador para obtenção do pó

vegetal. Duzentos gramas do pó foram diluídos e deixados em repouso por 24h em 1 L de água destilada. A seguir foi completado o volume de cinco litros.

Os bulbilhos de alho foram obtidos no comércio local. A obtenção do extrato aquoso de alho foi realizada através do método descrito por Rivillas-Acevedo e Soriano García (2007). Os bulbilhos foram descascados, cortados em fatias finas e colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C por 72 horas. Após a secagem foram triturados 100 g e imersos em 900 mL de água destilada autoclavada. Os bulbilhos imersos em água foram acondicionados em geladeira à temperatura de 4°C por 24 h. Transcorrido o período o extrato foi filtrado com pano de algodão e ajustado na concentração de 10%.

A calda bordalesa a 1% foi preparada conforme procedimento recomendado por Meira et al., (2016). Foram utilizados 50 g de sulfato de cobre, 50 g de cal virgem e 5 litros de água. Para facilitar a diluição do sulfato de cobre, 24 h antes do preparo da calda, o mesmo foi diluído em 2,5 L de água destilada. A cal foi diluída em 2,5 L de água destilada. Na sequência foi derramada vagarosamente a água com sulfato de cobre sobre a água com cal.

Para a obtenção da calda de cal e cinza foram utilizados 50 g de cinza obtida de forno de panificadora local, 50 g de cal virgem hidratada e água destilada. As cinzas ficaram imersas em 2,5 L de água por 24 h. Após esse período foi adicionado na mistura a cal diluída em 2,5 L, completando-se o volume para 5 L (LEITE et al., 2016).

No momento da pulverização foi adicionado óleo de girassol a 1% em todos os tratamentos para facilitar a aderência dos produtos alternativos nas plantas de coentro.

#### **4.4 Avaliação do controle cultural e alternativo da queima do coentro**

Para a avaliação do controle cultural e alternativo da queima foram realizados dois experimentos no campo. O experimento de campo I foi conduzido no período de 07 de junho de 2021 a 21 de julho de 2021. O experimento de campo II no período de 14 de setembro de 2021 a 11 de novembro de 2021.

A pulverização das plantas foi iniciada após o aparecimento dos primeiros sintomas da doença nas plantas, aos 21 dias após a semeadura no experimento I, onde foram realizadas quatro pulverizações em intervalos de sete dias. Aos 28 dias no experimento II, com quatro pulverizações dos tratamentos descritos, em intervalos de 9 dias. No experimento II foi realizada uma aplicação de extrato de nim em todas as plantas, devido a infestação de pulgão.

Quarenta e três dias após a semeadura (DAS) no experimento I e aos 58 DAS no experimento II foram avaliadas a massa seca de dez plantas de cada parcela experimental,

escolhidas aleatoriamente. As plantas foram acondicionadas em estufa de circulação forçada a 60 °C por 72 h. A pesagem do material seco foi realizada em balança eletrônica analítica.

#### **4.5 Avaliação do manejo da queima do coentro em casa-de-vegetação**

O experimento em casa-de-vegetação foi conduzido no período de 12 de outubro de 2021 à 15 de novembro de 2021. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (testemunha, extrato de alho, extrato de melão de São Caetano, calda bordalesa, calda de cal e cinza) e nove repetições em cada tratamento.

A semeadura foi realizada em vasos com capacidade de 1 L, compreendendo 3 frutos secos/sementes por vaso. O solo foi adubado com 50 g de esterco caprino. A irrigação foi realizada por aspersão.

Para a inoculação das plantas, o inóculo de *A. dauci* foi obtido a partir de folhas sintomáticas de coentro (Tabocas-Hortíceres) coletadas das plantas cultivadas na área agroecológica da UEPB, Campus II, secas em estufa de circulação forçada de ar e trituradas em liquidificador.

A suspensão contendo esporos do patógeno foi preparada com 30 g de pó de folha de coentro doente para 1000 mL de água. A suspensão foi filtrada com auxílio de gaze em um béquer. Em seguida foi feita contagem dos conídios em câmara de Neubauer. Após a contagem do número de esporos foi preparada a suspensão ( $1,4 \times 10^5$  conídios/mL), para a inoculação nas plantas.

As plantas foram pulverizadas com os tratamentos alternativos 24 h antes da aplicação da suspensão de conídios do patógeno e mantidas em câmara úmida com saco plástico por 24 h. As avaliações da severidade da doença foram realizadas aos 23 dias após inoculação.

Após 36 dias da semeadura foi avaliada a massa seca de todas as plantas. Em seguida, foram acondicionadas em estufa de circulação forçada a 60 °C por 72 h. A pesagem do material seco foi realizada em balança eletrônica analítica.

#### **4.6 Quantificação da doença**

A presença de sintomas típicos da doença nas folhas foi realizada de acordo com escala de notas descrita por Ravishankar e Tiwari (2018), sendo a seguinte: nota 0: ausência

de doença, nota 1: 1 ao 10% da área foliar com lesões, nota 3: 11 a 20% da área foliar com lesões, nota 5: 21 a 35% da área foliar com lesões, nota 7: 36 a 60% da área foliar com lesões e nota 9: mais de 61% da área foliar com lesões.

A porcentagem da intensidade da doença (PDI) foi calculada utilizando a fórmula de Wheeler (1969) citado por Ravishankar e Tiwari, (2018), sendo a seguinte:

$$PDI = \frac{\text{Soma das notas}}{\text{n}^\circ \text{ de folhas avaliadas} \times \text{valor da nota máxima}} \times 100$$

A incidência da doença foi avaliada por meio da contagem das folhas com sintomas em todas as plantas da linha central de cada parcela do experimento no campo e no experimento em casa de vegetação todas as plantas dos vasos foram avaliadas.

No experimento I a incidência da doença foi avaliada nos dias 06/07/21 e 13/07/21 e a severidade no dia 20/07/21. No segundo experimento de campo, a incidência foi avaliada nos dias 21/10/21, 30/10/21 e 08/11/21 e a severidade foi analisada nos dias 09/11/21, 10/11/21, 11/11/21. No experimento no telado, a severidade e incidência foram quantificadas nos dias 04/11/21 e 12/11/21.

#### 4.7 Avaliação dos parâmetros fisiológicos

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 40 dias após a semeadura (DAS) no experimento I, 56 DAS no experimento II e 29 DAS no experimento em telado, no horário compreendido entre 8 h 30 min e 10 h.

Os parâmetros de trocas gasosas avaliados foram condutância estomática ( $g_s$ ) ( $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $mmol\ de\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $CO_2$  ( $A$ ) ( $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ) e concentração interna de  $CO_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu mol\ mol^{-1}$ ). Foi utilizado um equipamento portátil de trocas gasosas (Infra Red Gas Analyser –IRGA, marca ADC BioScientific Ltd, modelo LC-Pro), em condições naturais de temperatura do ar, concentração de  $CO_2$  e com uma fonte artificial de radiação de  $1200\ \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ .

As mesmas folhas foram utilizadas para as medições da fluorescência da clorofila  $a$ , com uso de fluorômetro de pulso modulado, modelo OS5p da Opti Science, sendo utilizados os protocolos eficiência quântica ( $F_v/F_m$ ). Foram mensuradas as variáveis de indução de fluorescência: Fluorescência inicial ( $F_o$ ), Fluorescência máxima ( $F_m$ ), Fluorescência variável

( $F_v = F_m - F_o$ ) e máxima eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ). As avaliações foram em folhas (procedimento já descrito), com adaptação de parte do limbo ao escuro por um período de 30 minutos, usando-se um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores primários estivessem totalmente oxidados (KONRAD et al., 2005).

Ainda com o uso do fluorômetro de pulso modulado, procederam-se as avaliações em condições de claro, por meio do protocolo Yield. Aplicou-se uma fonte de iluminação actínica com pulso multi flash saturante, acoplado a um clipe de determinação da radiação fotossinteticamente ativa (PAR-Clip) visando estimar as seguintes variáveis: fluorescência inicial antes do pulso de saturação ( $F_s$ ), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante ( $F_{ms}$ ), taxa de transporte de elétrons (ETR) e eficiência quântica do fotossistema II ( $Y$ ).

#### 4.8 Análise estatística

Os experimentos em campo foram realizados utilizando delineamento em blocos casualizados com três repetições, disposto em esquema fatorial 4 x 2. Para o experimento I o primeiro fator foi constituído por três caldas alternativas (calda de cal e cinza, extrato de alho e extrato de melão de São Caetano) e o segundo fator por densidades de plantio ( $D_1 = 4 \text{ g m}^{-1}$  linear e  $D_2 = 2 \text{ g m}^{-1}$  linear). No segundo experimento o primeiro fator foi constituído por quatro caldas alternativas (calda bordalesa, calda de cal e cinza, extrato de alho e extrato de melão de São Caetano) e o segundo fator por densidades de plantio ( $D_1 = 4 \text{ g m}^{-1}$  linear e  $D_2 = 2 \text{ g m}^{-1}$  linear). Os tratamentos adicionais foram compostos pelas duas densidades de plantio, sem a aplicação das caldas (testemunhas), sendo aplicada água. Cada parcela foi composta por três linhas de plantio, com espaçamento de 20 cm entre linhas. As linhas laterais foram consideradas bordaduras.

Para a análise estatística foram testadas as pressuposições dos dados. Para verificar a homogeneidade das variâncias e a normalidade dos resíduos foram aplicados os testes de Levene e Shapiro Wilk, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) e teste t de Student, para os dados com distribuição normal. Análise não-paramétrica (Friedman, a 5%) foi realizada com os dados de distribuição não normal. O programa estatístico Sisvar foi utilizado para a realização das análises estatísticas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 5.1 Avaliação do controle cultural e alternativo da queima do coentro

### 5.1.1 Experimento I/Condições de campo com infecção natural de *Alternaria dauci*

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo isolado para as variáveis de caldas/extratos e densidade na primeira avaliação da incidência (INC 1), quando estava no início da doença no campo. Com o progresso da doença, não houve diferença estatística significativa para a segunda avaliação da incidência (INC 2) e para a porcentagem de intensidade da doença (PDI) (Tabela 02).

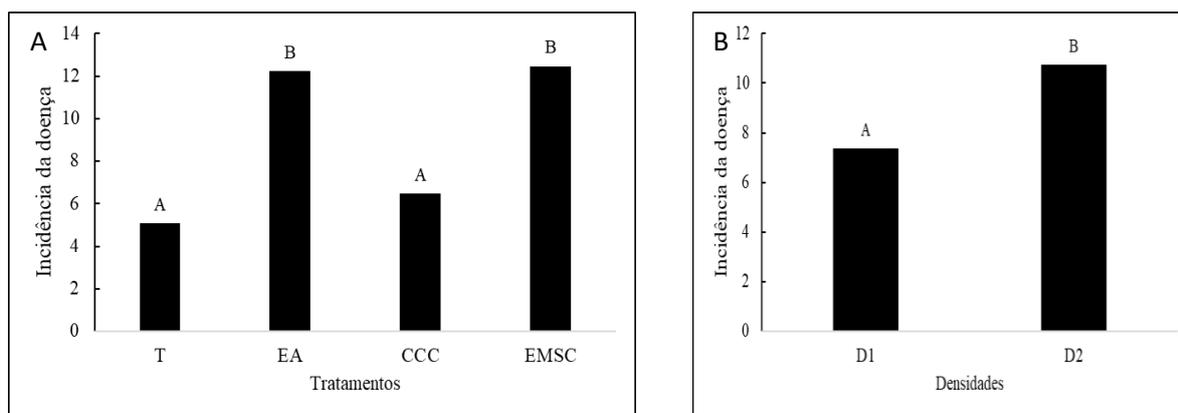
**Tabela 02.** Análise de variância da incidência da doença no dia 06/07/21 (INC 1), incidência no dia 13/07/21 (INC 2) e porcentagem da intensidade da doença (PDI).

Fonte de variação				
	GL	Quadrado médio (QM)		
		INC 1	INC 2	PDI
<b>Bloco</b>	2	40,74ns	630,44ns	13,04*
<b>Caldas e extratos</b>	3	118,11**	915,63ns	4,63ns
<b>Densidade</b>	1	91,97*	785,07ns	2,40ns
<b>Caldas * Densidade</b>	3	38,06ns	154,16ns	1,78ns
<b>Erro</b>	14	14,29	352,05	3,84
<b>Total corrigido</b>	31			
<b>CV (%)</b>		41,75	25,63	44,35
<b>Média</b>		9,05	73,20	4,42

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

A aplicação das caldas/extratos não diminuiu a incidência da queima do coentro nas folhas, tendo as plantas do tratamento extrato de alho e extrato de melão de São Caetano maior incidência (Figura 02-A).

Menor incidência da doença ocorreu nas plantas cultivadas na menor densidade (2 g por metro linear) (Figura 02-B).



**Figura 03.** Efeito dos extratos vegetais, das caldas (A) e das densidades (B) de plantio na incidência da queima do coentro dos dias 06/07/21 (INC 1). T: testemunha, EA: extrato de alho, CCC: calda de cal e cinza e EMSC: Extrato de Melão de São Caetano. D1: 2g e D2: 4g de sementes por metro linear. (A) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (B) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

De maneira contrária ao que ocorreu nesse estudo, Zeferino et al. (2020), verificaram que a densidade de 2 e 3  $\text{g.m}^{-1}$  não influenciaram a severidade da queima-das-folhas do coentro. Entretanto, Marcondes et al. (2012), constataram que o aumento na densidade de semeadura resultou em aumento na incidência de plantas com podridão de colmo no milho.

### 5.1.2. Experimento II/ Condições de campo com infecção natural de *Alternaria dauci*

Houve diferença significativa para a interação caldas/extratos x densidades na primeira e segunda avaliação da incidência. Observa-se efeito isolado de caldas e extratos para a terceira avaliação da incidência e de caldas, extratos e densidade para a porcentagem da intensidade da doença (PDI) (Tabela 03).

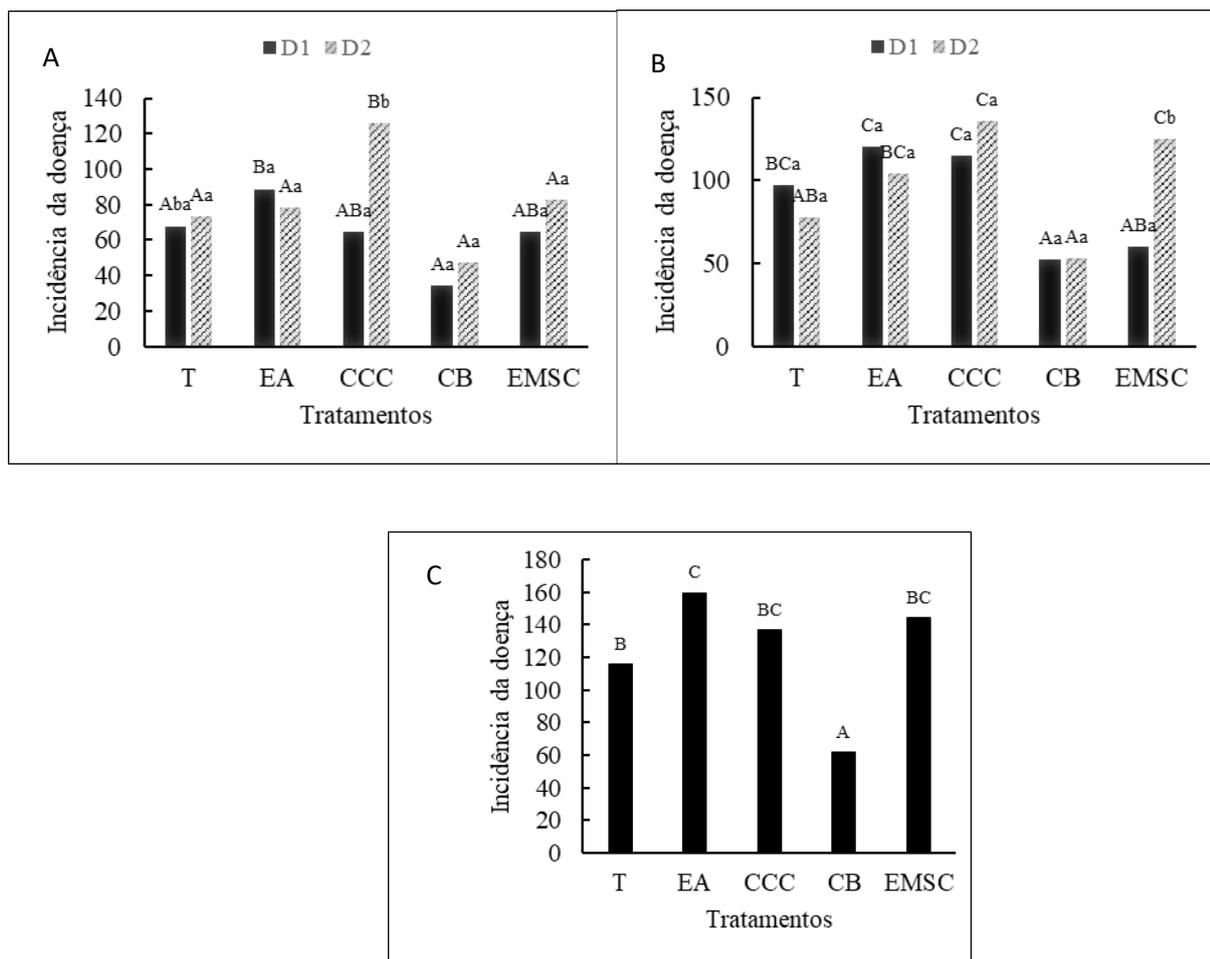
**Tabela 03.** Análise de variância da incidência da doença do dia 21/10/21 (INC 1), incidência do dia 30/10/21 (INC 2), incidência do dia 08/11/21 (INC 3) e porcentagem da intensidade da doença (PDI).

<b>Fonte de variação</b>					
	GL	Quadrado médio (QM)			
		INC 1	INC 2	INC 3	PDI
<b>Bloco</b>	4	820,63 ns	693,29 ns	701,10 ns	4,26*
<b>Caldas e extratos</b>	4	4114,62 **	7711,32**	14491,49**	8,62**
<b>Densidade</b>	1	3819,38 **	1285,24ns	299,63 ns	22,44**
<b>Caldas e extratos * Densidade</b>	4	1787,85 **	2952,35**	1295,21 ns	3,12 ns
<b>Erro</b>	36	404,57	440,25	639,54	1,69
<b>Total corrigido</b>	49				
<b>CV (%)</b>		27,67	22,32	20,46	27,98
<b>Média</b>		72,68	94,02	123,60	4,65

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

Na primeira avaliação de incidência da doença (Figura 04-A), as caldas/extratos não diminuíram a incidência. Na segunda avaliação, a pulverização com calda bordalesa diminuiu a incidência da doença, assim como na terceira avaliação (Figura 04-B e C). A densidade de sementes (2 e 4 g por metro linear) não influenciou a incidência da doença para o tratamento com calda bordalesa (Figura 04-A e B).

A densidade de 4g por metro linear aumentou o inóculo no campo somente nas plantas tratadas com calda de cal e cinza e melão de são Caetano (Figura 04-A e B).



**Figura 04.** Efeito dos extratos vegetais, das caldas e das densidades de plantio na incidência da queima do coentro dos dias 14/09/21 (INC 1) (A), 21/10/21 (INC 2) (B) e 08/11/21 (INC 3) (C). T: testemunha, EA: extrato de alho, CCC: calda de cal e cinza, CB: calda bordalesa e EMSC: extrato de Melão de São Caetano. D1: 2g e D2: 4g de sementes por metro linear. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para caldas e extratos na densidade D1 e D2. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre cada tratamento (extrato/calda) quanto à densidade pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

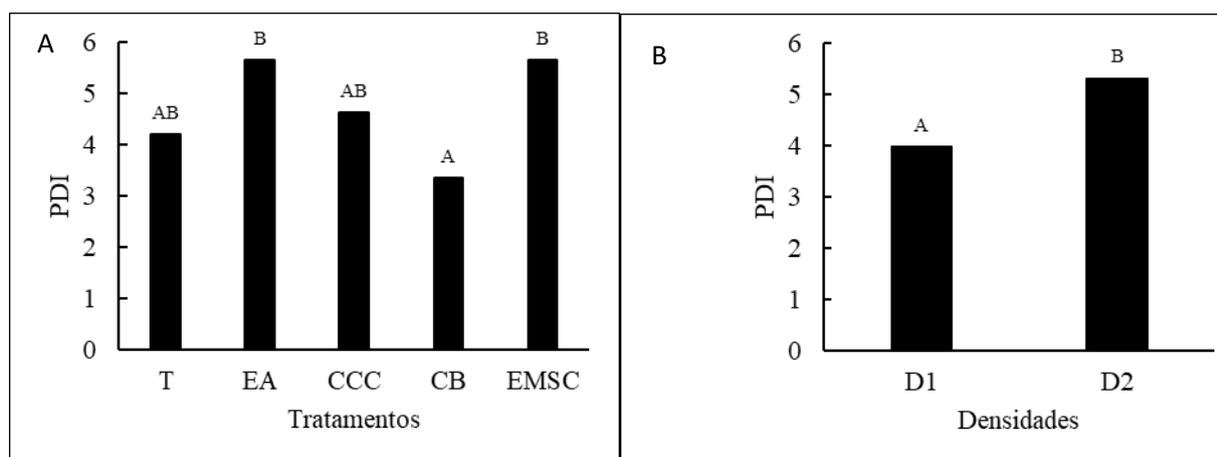
Dentre as caldas/extratos avaliados, menor intensidade da doença (PDI) foi verificada no tratamento com pulverização de calda bordalesa, no entanto, o tratamento não diferiu estatisticamente da testemunha (Figura 05-A).

A menor densidade de plantas utilizada resultou em menor PDI (Figura 05-B). Mesmo resultado observado no experimento 1 (Figura 03-B). A menor densidade de plantas diminui a incidência e severidade da queima pelo maior espaçamento entre as plantas, que favorece o processo de secagem das folhas pelo vento e diminui a disseminação dos patógenos entre plantas (ZEFERINO, et al., 2020).

A calda bordalesa tem ação de aderência nas folhas pela sua carga eletrocinética positiva e tem o  $(OH)_2Cu$  (hidróxido de cobre) como princípio ativo, com ação fungicida e bactericida. Acredita-se que o íon cobre absorvido pelo fungo altera o sistema enzimático do patógeno, não lhe permitindo a síntese protéica (DAMBRÓS, 2019).

Garrido (2017), avaliando o controle do míldio tardio da videira com formulações à base de cobre, observou que as plantas do tratamento testemunha apresentaram incidência de 92,5% e severidade média do míldio de 9,2%. Nas plantas tratadas com a calda bordalesa observou-se 57% de incidência e severidade média de 1,53%. Ainda neste estudo, a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi menor nas plantas tratadas com calda bordalesa (AACPD de 46,01) em relação a testemunha (AACPD de 153,28).

De maneira semelhante, Carvalho (2009) analisando a eficiência da calda bordalesa, calda sulfocálcica e biorfertilizante no controle da ferrugem asiática da soja na BRS Nina, constatou que a calda bordalesa foi o tratamento com maior eficiência no controle da doença, reduzindo significativamente a severidade de 84% para 28%, com eficiência de controle de 67%.



**Figura 05.** Efeito dos extratos vegetais, das caldas e da densidade de plantio na porcentagem da intensidade de doença (PDI) em plantas de coentro quanto aos extratos e caldas (A) e quanto a densidade (B). T: testemunha, EA: extrato de alho, CCC: calda de cal e cinza, CB: calda bordalesa e EMSC: extrato de Melão de São Caetano. D1: 2g e D2: 4g de sementes por metro linear. (A) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para caldas e extratos. (B) Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre cada densidade pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

Houve diferença significativa para a interação caldas/extratos x densidades para massa seca das folhas (Tabela 04). Observa-se efeito isolado para a massa seca da raiz para caldas e extratos e densidade (Tabela 04).

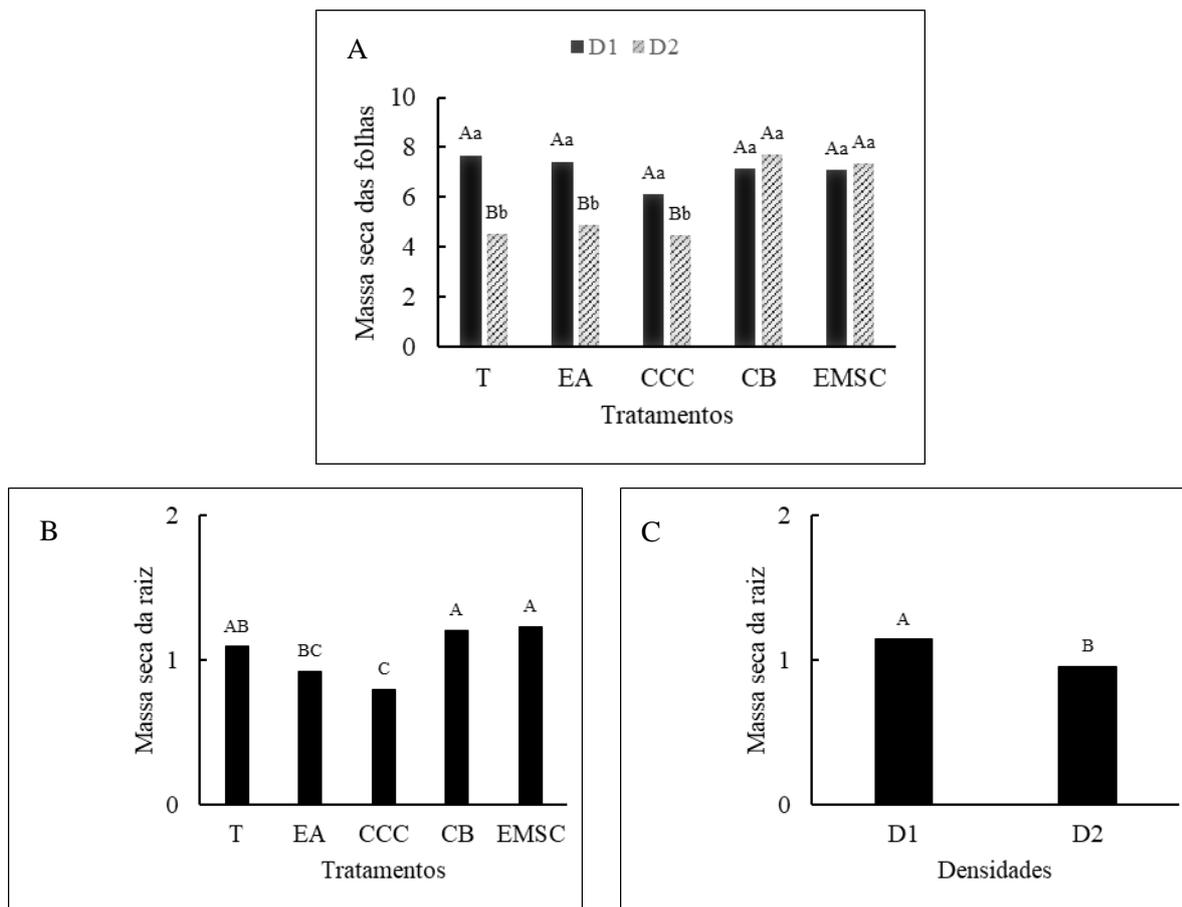
**Tabela 04.** Análise de variância da massa seca da folha (MS Folha) e da massa seca da raiz (MS Raiz).

<b>Fonte de variação</b>			
	<b>GL</b>	<b>Quadrado médio (QM)</b>	
		<b>MS FOLHA</b>	<b>MS RAIZ</b>
<b>Bloco</b>	4	1,49 ns	0,06 ns
<b>Caldas e extratos</b>	4	7,67 **	0,35 **
<b>Densidade</b>	1	21,60 **	0,44 **
<b>Caldas e extratos * Densidade</b>	4	6,85 **	0,02 ns
<b>Erro</b>	36	1,35	0,03
<b>Total corrigido</b>	49		
<b>CV (%)</b>		18,06	19,05
<b>Média</b>		6,43	1,05

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

A massa seca da folha diminuiu nas parcelas tratadas com água, extrato de alho e calda de cinza e cal com a maior densidade de semeadura (4g por metro linear) (Figura 06-A), indicando que o adensamento causou redução do crescimento.

Quanto a massa seca das raízes, o tratamento com maior desenvolvimento de biomassa foi com a aplicação de calda bordalesa e extrato de Melão de São Caetano, no entanto, não diferiu da testemunha (Figura 06-B). A maior densidade de plantio também causou redução da massa das raízes (Figura 06-C)



**Figura 06.** Efeito dos extratos vegetais, das caldas e das densidades de plantio na incidência da queima do coentro dos dias 14/09/21 (A), 21/10/21 (B) e 08/11/21 (C). T: testemunha, EA: extrato de alho, CCC: calda de cal e cinza, CB: calda bordalesa e EMSC: extrato de melão de São Caetano. D1: 2g e D2: 4g de sementes por metro linear. (A) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para caldas e extratos na densidade D1 e D2 e médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre cada tratamento (extrato/calda) quanto à densidade pelo teste t de Student a 5% de probabilidade. (B) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para caldas e extratos. (C) Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre cada densidade pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

### 5.1.3. Experimento em casa-de-vegetação/ Condições controladas com inoculação artificial de *Alternaria dauci*

O resultado da análise de variância mostrou que a incidência da doença e a porcentagem da intensidade da doença tiveram resultados significativos quanto a aplicação das caldas/extratos (Tabela 05).

**Tabela 05:** Análise da incidência da doença do dia 04/11/21 (INC1), incidência do dia 12/11/21 (INC 2) e porcentagem da intensidade da doença do dia 04/11/21 (PDI).

Fonte de variação				
	GL	Quadrado médio (QM)		
		INC1	INC2	PDI 1
<b>TRAT</b>	4	44,92**	2850,25**	56,22**
<b>REP</b>	8			
<b>Erro</b>	40	1,26	107,24	4,36
<b>Total corrigido</b>	44			
<b>CV (%)</b>		18,07	21,91	28,47
<b>Média Geral</b>		6,14	44,75	3,31

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

Na primeira análise a menor incidência ocorreu no tratamento com calda bordalesa (2,93). Os demais tratamentos não diminuíram a incidência da queima nas plantas, com aumento da doença nas plantas pulverizadas com extrato de alho (Figura 07-A).

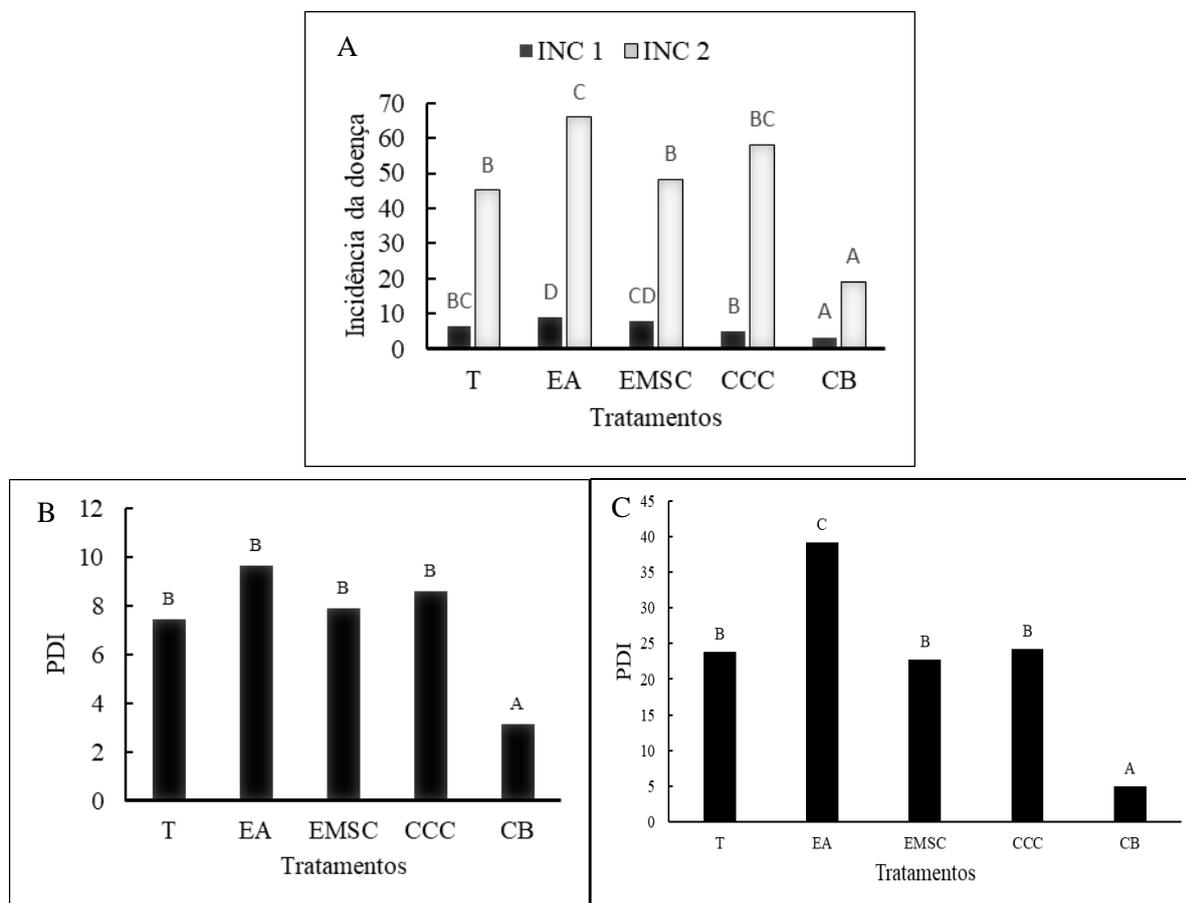
Na segunda avaliação da incidência, somente a calda bordalesa controlou a doença. O número de novas lesões aumentou no tratamento com extrato de alho (Figura 07-A).

A aplicação de caldas/extratos de plantas é uma das estratégias permitidas pela legislação para a agricultura biológica. Entretanto, muitas vezes tem o seu preparo caseiro, ou sem a observação de protocolos na preparação, podendo existir variações em sua composição em função do lote, da procedência e armazenamento. Estas variações podem implicar em inconstâncias nos resultados no campo, além das diferenças de sensibilidade dos isolados/espécies, bem como à forma de obtenção destes (DOMINGUES et al., 2017).

Almeida et al. (2017) verificaram que os extratos de cravo-da-índia, alho e gengibre reduziram o crescimento micelial de *A. solani*. Na concentração de 20% do extrato de alho, 16% dos esporos germinaram. A pulverização com o extrato de alho reduziu a área abaixo da curva de progresso da doença em 29,5%.

Domingues et al. (2017) descrevem que o extrato de alho promoveu resposta variável conforme o isolado de *Stemphylium solani*, tendo reduzido a germinação dos conídios em dois dos isolados e não afetado em outros dois. Esta diferença pode estar associada à origem geográfica dos isolados ou aos sistemas de cultivo adotados nas lavouras das quais foram obtidos. Ainda neste estudo, os extratos de pimenta e tabaco, de forma geral, estimularam o crescimento do micelial de *A. solani* quando comparados à testemunha.

Quanto ao PDI, o tratamento com calda bordalesa reduziu a incidência e intensidade da doença (Figura 07). O extrato de alho, extrato de melão de São Caetano e calda de cal e cinza não diminuíram a intensidade da doença (Figura 07-B).



**Figura 07.** Efeito dos extratos vegetais e das caldas na incidência da doença (A) e na porcentagem de intensidade da doença (PDI 1) (B), tratamentos com letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. (C) (PDI 2) Dados seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente para no teste de Kruskal-Wallis a 5%.

Aumento da doença foi verificado ao longo do tempo de desenvolvimento das plantas, evidenciando ciclo secundário (Figura 07-A). Apesar do aumento da doença no tempo, o tratamento com calda bordalesa teve efeito protetor de controle, diminuindo a incidência e a PDI da queima do coentro. A umidade do telado é elevada, devido a irrigação ser realizada por aspersão, favorecendo a infecção de novas folhas pelo patógeno durante todo o período de desenvolvimento das plantas.

A calda bordalesa é um fungicida protetor, impedindo a infecção de *A. dauci* por formar uma camada fungitóxica nas folhas. Como a inoculação das plantas foi realizada de

forma artificial, 24h após a aplicação das caldas e extratos, o efeito protetor ou não dos produtos foi avaliado nas plantas.

A ação fungicida da calda bordalesa advém de carbonatos e compostos de cobre, sendo o hidróxido de cobre de ação imediata e o de menor persistência sobre a planta por o ser o mais solúvel. A umidade presente na superfície foliar, que libera os íons de cobre é responsável também pela inibição da germinação dos esporos do fungo. Os íons em contato com o esporo ou com o tubo germinativo do patógeno podem acumular-se na membrana ou penetrar, acumulando-se no interior do esporo ou micélio, onde atuarão na inibição de enzimas essenciais ao processo metabólico dos microrganismos (REBELO et al., 2015).

Domingues et al. (2017) avaliando o efeito do extrato de canela, alho, pimenta e tabaco e da calda viçosa, bordalesa, sulfocálcica e sulfocálcica em emulsão no controle de isolados de *Stemphylium solani*, verificaram que a calda bordalesa e viçosa inibiram completamente o crescimento micelial e reduziram significativamente a germinação dos conídios em todos os isolados. Os autores também avaliaram a eficácia desses tratamentos em controlar a estenfiliose no tomateiro de forma preventiva em estufa. A inoculação foi realizada aos dois dias após o transplantio com suspensão contendo  $10^4$  conídios.mL<sup>-1</sup> de *S. solani*, pulverizada até ponto de escorrimento. A menor área abaixo da curva da progressão da mancha-de-estenfilio foi obtida com a calda bordalesa.

As variáveis massa seca das folhas e raízes não apresentaram diferença estatística pelo teste F para massa seca das folhas e pelo teste de Tukey para os dados de massa seca radicular (Tabela 06).

**Tabela 06.** Análise de variância da massa seca das folhas (MSF) e massa seca das raízes (MSR).

Fonte de variação		
GL	Quadrado médio (QM)	
	MSF	MSR
<b>TRAT</b>	4	0,15 ns
<b>REP</b>	8	
<b>Erro</b>	40	0,10
<b>Total corrigido</b>	44	
<b>CV (%)</b>		32,86
<b>Média Geral</b>		0,38

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

## 5.2 Avaliação do controle cultural e alternativo da queima nos parâmetros fisiológicos do coentro

### 5.2.1. Experimento I/Condições de campo com infecção natural de *Alternaria dauci*

Na análise da fluorescência, houve efeito de interação entre caldas/extratos e a densidade para a fluorescência inicial (FO) e para a eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM). Em relação à taxa de transporte de elétrons houve diferença estatística para caldas e extratos (Tabela 07). Não houve significância para os dados de fluorescência máxima (FM) e fluorescência variável (FV) (Tabela 07).

**Tabela 07.** Análise de variância da fluorescência inicial (FO), fluorescência variável (FV), fluorescência máxima (FM), máxima eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM), taxa de transporte de elétrons (ETR) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.

	GL	Fonte de variação				
		Quadrado médio (QM)				
		FO	FM	FV	FV/FM	ETR
<b>Bloco</b>	2	539,91ns	1,20ns	3,53ns	0,00ns	8,23ns
<b>Caldas e extratos</b>	3	449,04ns	2,14ns	0,92ns	0,00ns	32,48**
<b>Densidade</b>	1	872,42ns	1,62ns	0,53ns	0,00*	3,05ns
<b>Caldas * Densidade</b>	3	2968,57**	6,48ns	0,28ns	0,00**	12,50ns
<b>Erro</b>	14	436,77	8,35	1,14	0,00	6,68
<b>Total corrigido</b>	23					
<b>CV (%)</b>		3,35	0,00	2,37	1,22	8,74
<b>Média Geral</b>		624,51	0,60	45,01	0,76	29,56

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

A fluorescência inicial (Fo) foi maior nas plantas tratadas com extrato de alho (655,66), não diferindo do tratamento testemunha (612,86) e calda de cal e cinza (623,53); e menor nas plantas com melão de São Caetano (581,86) na densidade 1. Diferentemente, na densidade 2 não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 8). A fluorescência inicial reflete o nível de fluorescência quando QA (quinona receptora primária de elétrons do FSII) é oxidado ao máximo e os centros do PSII estão abertos (BAKER, 2008). Fo é a fluorescência quando QA está totalmente oxidada e o centro de reação do FSII está aberto, situação iminente à ativação das reações fotoquímicas. O aumento de Fo é independente dos eventos fotoquímicos, reflete destruição do centro de reação do FSII ou diminuição na capacidade de

transferência da energia de excitação da antena para o centro de reação (BAKER e ROSENQVST, 2004). Após incidir luz nas folhas adaptadas ao escuro, há a abertura do centro de reação do FSII e a oxidação completa da Quinona A. De acordo com os dados do presente experimento, a pulverização das plantas com extrato de alho prejudicou a fotossíntese das plantas e a pulverização das plantas melão de São Caetano preservou o sistema fotossintético.

Em relação à máxima eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), não houve diferença entre os tratamentos na densidade 1. A menor Fv/Fm ocorreu no tratamento com melão de São Caetano na densidade 2 (0,74), não diferenciando do tratamento com calda de cal e cinza e testemunha (Tabela 8). A razão Fv/Fm é um parâmetro importante e facilmente mensurável do estado fisiológico do aparato fotossintético em folhas de plantas intactas. Estresses ambientais que afetam a eficiência do PS II levam a uma diminuição característica em FV/FM (KRAUSE e WEIS, 1991).

Observou-se a maior taxa de transporte de elétrons (ETR) na testemunha (32,23), seguido das plantas tratadas com os extratos de alho (30,36) e melão de São Caetano (28,95). As plantas tratadas com calda de cal e cinza tiveram menor ETR (26,71) não diferindo dos tratamentos extrato de alho e extrato de melão de São Caetano.

**Tabela 8.** Teste de média para as variáveis de fluorescência inicial (Fo), eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM), taxa de transporte de elétrons (ETR) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.

	D	Tratamentos				CV %
		T	EA	CCC	EMS	
Fo	1	612,86AB*a**	655,66Ba	623,53ABa	581,86Aa	3,35
	2	632,66Aa	617,53Ab	621,76Aa	650,20Ab	
Fv/Fm	1	0,77Aa	0,76Aa	0,76Aa	0,77Aa	1,22
	2	0,76ABa	0,77Ba	0,76ABa	0,74Ab	
ETR <sup>1</sup>		32,23A	30,36AB	26,71B	28,95AB	8,74

\*Médias seguidas por letras maiúsculas distintas para as densidades na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Minúsculas para os tratamentos na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de t student a 5%. D=Densidade. D1= 2g de sementes/metro linear. D2= 4 g de sementes/metro linear. T= testemunha. EA=extrato de alho. CCC= calda de cal e cinza. EMS= extrato de melão de São Caetano.

No que se refere às trocas gasosas, houve efeito de interação entre caldas, extratos e densidade para concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs) e taxa de

assimilação de CO<sub>2</sub> (A) (Tabela 09). A transpiração (E) não diferiu entre os tratamentos (Tabela 09).

**Tabela 9.** Análise de variância da concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs), transpiração (E), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.

	Fonte de variação				
	GL	Quadrado médio (QM)			
		CI	GS	E	A
<b>Bloco</b>	2	741,57*	0,00ns	0,02ns	1317,06ns
<b>Caldas e extratos</b>	3	1390,38**	0,015**	0,09ns	3297,07**
<b>Densidade</b>	1	1556,87**	0,024**	0,05ns	71,97ns
<b>Caldas e extratos * Densidade</b>	3	2335,39**	0,0177**	0,04ns	2502,79**
<b>Erro</b>	14	169,93	0,0028	0,04	494,57
<b>Total corrigido</b>	23				
<b>CV (%)</b>		4,93	11,80	7,96	19,00
<b>Média Geral</b>		264,41	0,45	2,53	117,04

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade (p 0,01); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade (0,01 < p < 0,05) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

Verificou-se a maior concentração interna de carbono (ci) nas plantas pulverizadas com extrato de alho e menor na testemunha, ambas na densidade 1. Na densidade 2, não houve diferença (Tabela 10). Maior Ci foi verificada na densidade 2 para a testemunha e calda de cal e cinza (Tabela 10). Para extrato de alho, maior Ci ocorreu no tratamento na densidade 1 e para as plantas do tratamento com pulverização com extrato de melão de São Caetano não houve diferença quanto a densidade (Tabela 10). O aumento do carbono interno nas folhas aponta que o CO<sub>2</sub> utilizado no processo fotossintético para síntese de açúcares não está sendo aproveitado, indicando interferência de algum fator não estomático, acarretando em aumento a resistência à difusão de CO<sub>2</sub> para a camada subestomática (FREIRE et al., 2014). De acordo com os resultados, a pulverização das plantas com extrato de alho prejudicou o processo fotossintético das plantas (Tabela 10).

A condutância estomática (gs) regula as trocas gasosas e está diretamente associada a fotossíntese e ao rendimento das plantas (PAIVA et al. 2005). Na densidade 1, foi menor em plantas tratadas com a calda de cal e cinza (0,32), não diferindo da testemunha (0,36). A maior gs foi observada nas plantas tratadas com o extrato de alho (0,52), não diferindo do tratamento com a pulverização com extrato de melão de São Caetano (Tabela 10). Na densidade 2, a menor gs foi observada no tratamento com extrato de alho (0,42), não diferindo da testemunha (0,49). Na

avaliação dos tratamentos dentro da densidade, observou-se menor gs na densidade 1 para o tratamento testemunha, calda de cal e cinza. No tratamento com extrato de alho as plantas na densidade 2 tiveram menor gs e para o tratamento com extrato de melão de São Caetano não houve diferença entre as densidades testada para gs (Tabela 10).

Na densidade 1, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) foi maior no tratamento testemunha (168,36), não diferenciando do tratamento com extrato de melão de São Caetano. Menor A foi verificada no tratamento extrato de alho, não diferenciando do tratamento calda de cal e cinza (Tabela 10). Na densidade 2 não houve diferença significativa entre os tratamentos para A (Tabela 10).

**Tabela 10.** Teste de média para as variáveis de concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.

	D	Tratamentos				CV %
		T	EA	CCC	EMS	
Ci	1	225,66C*b**	302,00Aa	235,76ABb	262,00Ba	4,93
	2	279,33Aa	263,00Ab	266,53Aa	281,00Aa	
gs	1	0,36ABa	0,52Cb	0,32Aa	0,47BCa	11,80
	2	0,49ABb	0,42Aa	0,46ABb	0,55Ba	
A	1	168,36Aa	64,97Ca	108,56BCa	119,35ABa	19,00
	2	130,28Aa	124,74Ab	104,18Aa	115,89Aa	

\*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas para as densidades na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Minúsculas para os tratamentos na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de t student a 5%. D=Densidade. D1= 2g de sementes/metro linear. D2= 4 g de sementes/metro linear. T= testemunha. EA=extrato de alho. CCC= calda de cal e cinza. EMS= extrato de melão de São Caetano.

### 5.2.2. Experimento II/ Condições de campo com infecção natural de *Alternaria dauci*

A partir da análise de variância verificou-se que houve interação significativa entre as caldas/extratos \* densidade para fluorescência inicial (FO) e eficiência quântica (FV). Observa-se efeito significativo isolado para os fatores caldas/extratos e densidade na variável fluorescência máxima (FM). Não houve efeito significativo para máxima eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM) (Tabela 11).

**Tabela 11.** Análise de variância da Fluorescência inicial (FO), de eficiência quântica (FV), fluorescência máxima (FM) e máxima eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.

Fonte de variação					
	GL	Quadrado médio (QM)			
		FO	FM	FV	FV/FM
<b>Bloco</b>	4	2477,43ns	29481,35ns	9959,39ns	0,00ns
<b>Caldas e extratos</b>	4	33969,62**	439097,10**	184355,59**	0,00ns
<b>Densidade</b>	1	88913,75**	973961,33**	375584,44**	0,00ns
<b>Caldas e extratos * Densidade</b>	4	16601,61**	90759,83ns	69974,02*	0,00ns
<b>Erro</b>	36	3673,65	39494,39	25216,06	0,00
<b>Total corrigido</b>	49				
<b>CV (%)</b>		10,35	10,07	11,67	4,70
<b>Média Geral</b>		585,78	1974,30	1361,14	0,69

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

Na densidade 1, a fluorescência inicial (FO) das folhas foi maior no tratamento extrato de melão de São Caetano, não diferindo do tratamento calda de cal e cinza. A menor FO foi no tratamento calda bordalesa, não diferindo do tratamento extrato de alho e testemunha. Na densidade 2, a maior FO foi no tratamento extrato de alho, não diferindo dos tratamentos calda de cal e cinza e extrato de melão de São Caetano. Assim como ao verificado na densidade 1, a menor FO foi para o tratamento com calda bordalesa, não diferindo do tratamento testemunha (Tabela 12). Quanto ao efeito da densidade para cada tratamento, a densidade 1 diminuiu a FO para os tratamentos testemunha e extrato de alho. Para os tratamentos com calda de cal e cinza, calda bordalesa e extrato de melão de São Caetano não houve diferença (Tabela 12).

A aplicação da calda bordalesa causou a redução da fluorescência máxima (FM) das folhas de coentro. Os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 12). O cultivo das plantas na densidade 2 aumentou a FM das plantas (Tabela 12). Quanto ao efeito da densidade dentro de cada tratamento, o cultivo na densidade maior (D2) causou o aumento da FM nas plantas do tratamento testemunha, extrato de alho, calda bordalesa e calda de cal e cinza. Para o tratamento extrato de melão de São Caetano não houve diferença quanto ao FM para as densidades (Tabela 12).

A fluorescência variável (FV) foi maior nas plantas tratadas com extrato de melão de São Caetano e menor com a aplicação de calda bordalesa na densidade 1, não diferindo do

tratamento testemunha, extrato de alho e calda de cal e cinza (Tabela 12). Para a densidade 2, a calda bordalesa causou menor valor de FV, não diferindo dos tratamentos com extrato de melão de São Caetano e calda de cal e cinza. Os tratamentos testemunha e extrato de alho tiveram os maiores valores de FV na densidade 2 (Tabela 12).

Apesar da variável FV/FM não ter apresentado diferença significativa, observa-se que todas as plantas em todos os tratamentos apresentaram valores inferiores a 0,75 elétrons quantum<sup>-1</sup> (testemunha= 0,705; extrato de alho = 0,705; calda de cal e cinza = 0,685 ; calda bordalesa= 0,665 e extrato de melão de São Caetano = 0,685). De acordo com Reis e Campostrini (2011), plantas com valores entre 0,75 e 0,85 elétrons quantum<sup>-1</sup>, estão com o aparato fotossintético intacto e as que apresentam valores inferiores a 0,75 elétrons quantum<sup>-1</sup>, tem seu potencial fotossintético reduzido. Assim as plantas de todos os tratamentos tiveram a eficiência do seu aparato fotossintético reduzido, pois devido a ocorrência da doença no campo, o coentro apresentou sintomas de clorose e/ou necrose, onde tem-se níveis baixos de clorofila, não incidindo luz suficiente na P680 e P700, reduzindo a capacidade de transportar elétrons entre os fotossistemas.

A calda bordalesa foi o tratamento em que houve uma menor Fo. Quando Q<sub>A</sub> recebe um elétron, passa-o em seguida para Q<sub>B</sub>, ficando totalmente reduzida, fecham-se os centros de reação do FSII. A calda bordalesa perde a capacidade de transferir os elétrons da Q<sub>A</sub> para a Q<sub>B</sub>, devido apresentar as menores médias para FV e FM. Alguns herbicidas atuam bloqueando o fluxo de elétrons nos aceptores quinona do fotossistema II, competindo pelo sítio de ligação da plastoquinona que é em geral ocupado pela Q<sub>B</sub> (TAIZ e ZEIGER, 2004).

**Tabela 12.** Teste de média para as variáveis de fluorescência inicial (FO), fluorescência máxima (FM), fluorescência variável (FV), eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.

	D	Tratamentos					CV %
		T	EA	CCC	CB	EMS	
Fo	1	512,48 ABa	469,32Aa	596,54 BCa	476,52 Aa	663,20 Ca	10,35
	2	613,84 ABb	681,64 Bb	650,28 Ba	538,40 Aa	655,60 Ba	
Fm <sup>1</sup>	-	1995,08 A	2093,08 A	2020,50 A	1615,24 B	2147,62 A	10,07
Fm <sup>2</sup>	1	1835,96 a	1779,84 a	1977,80 a	1486,88 a	2093,20 a	
	2	2350,20 b	2210,32 b	2063,20 b	1743,60 b	2202,04 a	
Fv	1	1253,40 ABb	1272,92 ABb	1336,24 ABa	1051,80 Ba	1458,0 Aa	11,67
	2	1528,40 Aa	1668,56 Aa	1410,46 ABa	1205,20 Ba	1426,44 ABa	

\*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas para as densidades na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Minúsculas para os tratamentos na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de t student a 5%. D=Densidade. D1= 2g de sementes/metro linear. D2= 4 g de sementes/metro linear. T= testemunha. EA=extrato de alho. CCC= calda de cal e cinza. EMS= extrato de melão de São Caetano. <sup>1</sup>As variáveis com médias de efeito isolado para o tratamento. <sup>2</sup>As variáveis com médias de efeito isolado para as densidades.

Com relação às trocas gasosas, houve efeito isolado significativo a nível de 1% e 5% de probabilidade. Quando há o desdobramento das interações observa-se que houve significância a 1% para todos os parâmetros de trocas gasosas avaliados (CI, GS e A) (Tabela 13).

**Tabela 13.** Análise de variância da concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.

	Fonte de variação			
	GL	Quadrado médio (QM)		
		CI	GS	A
<b>Bloco</b>	4	4953,75*	1,555682 <sup>ns</sup>	7,2*
<b>Caldas e extratos</b>	4	6202,10**	2,051087*	10,56**
<b>Densidade</b>	1	8222,74*	3,527168*	11,96*
<b>Caldas e extratos * Densidade</b>	4	9267,99**	4,688823**	37,81**
<b>Erro</b>	36	1742,42	0,667388	2,34
<b>Total corrigido</b>	49			
<b>CV (%)</b>		16,65	23,56	22,87
<b>Média Geral</b>		250,76	3,46	6,69

GL – Grau de liberdade; ns= não significativo; \*\*= significativo a 1% de probabilidade (p < 0,01); \*= significativo a nível de 5% de probabilidade (0,01 < p < 0,05) pelo teste F; CV= Coeficiente de variância.

Não houve diferença na concentração interna de carbono (Ci) nas plantas na densidade 1, na densidade 2 a maior concentração se deu na testemunha e nas plantas pulverizadas com Melão de São Caetano, não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 14). Dentro dos

tratamentos, verificou-se que a densidade de cultivo das plantas afetou a Ci no tratamento extrato de alho e calda de cal e cinza, tendo a densidade 2 diminuindo a Ci das folhas das plantas (Tabela 14).

A condutância estomática (Gs) foi menor na testemunha na densidade 1 (Tabela 14). Somente no tratamento testemunha verificou-se efeito da densidade na Gs, onde o cultivo na menor densidade (D2) causou a diminuição da Gs. As plantas do tratamento testemunha foram pulverizadas apenas com água, a redução na condutância estomática representa um dos principais mecanismos de defesa dos vegetais as condições adversas. As plantas tratadas com a calda de cal e cinza apresentaram as maiores condutâncias estomáticas na densidade 2, diferindo do tratamento com extrato de alho (Tabela 14).

Foi verificado a menor transpiração nos tratamentos com extrato de alho na densidade 2 e na testemunha na densidade 1, e a maior taxa na calda de cal e cinza também na densidade 1.

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) foi maior na densidade 1 na testemunha; e na densidade 2 foi maior nas plantas pulverizadas com extrato de alho e calda bordalesa. No tratamento testemunha e extrato de melão de São Caetano, o cultivo na densidade 1 aumentou a A. Para os tratamentos calda de cal e cinza e calda bordalesa não houve diferença entre as densidades e para o tratamento extrato de alho, o cultivo na densidade 2 aumentou o parâmetro A (Tabela 14).

**Tabela 14.** Teste de média para as variáveis de concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (GS), transpiração (E), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em folhas de coentro adaptadas ao escuro.

	D	Tratamentos				
		T	EA	CCC	CB	EMS
Ci	1	239,72 Aa	278,80 Aa	283,72 Aa	230,96 Aa	284,76 Aa
	2	269,24 Aa	193,0 ABb	186,08 ABb	240,52 ABa	300,88 Aa
Gs	1	1,44 Bb	3,57 Aa	3,64 Aa	3,57 Aa	3,5 Aa
	2	4,24 ABa	2,88 Ba	4,42 Aa	3,50 ABa	3,60 ABa
E <sup>1</sup>	1	18D	23CD	42A	24BCD	28ABCD
	2	40AB	14D	26ABCD	18D	38ABC
A	1	10,32 Aa	5,16 Bb	6,55 Ba	7,30 Ba	6,56 Ba
	2	4,00 Bb	9,21 Aa	5,44 Ba	8,35 Aa	3,99 Bb

\*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas para as densidades na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Minúsculas para os tratamentos na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de t student a 5%. D=Densidade. D1= 2g de sementes/metro linear. D2= 4 g de sementes/metro linear. T= testemunha. EA=extrato de alho. CCC= calda de cal e cinza. EMS= extrato de melão de São Caetano. <sup>1</sup> Dados seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente para no teste de Friedman a 5%.

### 5.2.3. Experimento em casa-de-vegetação/ Condições controladas com inoculação artificial de *Alternaria dauci*

De acordo com a análise de variância FO, FM, FV e FV/FM tiveram diferença significativa a 1% de probabilidade (Tabela 15).

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância para as variáveis da fluorescência inicial antes do pulso de saturação (Fs), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fms), radiação fotossinteticamente ativa (PAR-Clip), eficiência quântica do fotossistema II (Y).

	Fonte de variação				
	GL	Quadrado médio (QM)			
		FS	FMS	Par-clip	(Y)
<b>Tratamento</b>	3	1760,95**	0,000019**	0,087873**	0,019202**
<b>Resíduo</b>	39	439,78	9,50	0,001982	0,004657
<b>CV (%)</b>		145,50	1,19	2,42380	0,5950667
<b>Média Geral</b>		14,41	0,08	1,84	11,47

\*\*significativo ( $p \leq 0,01$ ); \* significativo ( $p \leq 0,05$ ); ns não significativo ( $p > 0,05$ ); CV = coeficiente de variação.

Para fluorescência inicial antes do pulso de saturação (FS), plantas do tratamento testemunha tiveram maior Fs, não diferenciando das plantas dos tratamentos extrato de alho, calda de cal e cinza e calda bordalesa (Tabela 16). A menor Fs foi no tratamento com extrato de melão de São Caetano (Tabela 16).

A FMS foi maior no tratamento com extrato de alho (Tabela 16).

A Y foi maior no tratamento com a pulverização e cal e cinza, não diferindo dos tratamentos extrato de melão de São Caetano e calda bordalesa (Tabela 16). Os tratamentos testemunha e extrato de alho tiveram menor Y (Tabela 16).

A fotossinteticamente ativa (PAR-Clip) foi maior nos tratamentos testemunha e extrato de alho. Calda bordalesa teve comportamento intermediário e os tratamentos das plantas com extrato de melão de São Caetano e calda de cal e cinza tiveram os menores valores de PAR-Clip (Tabela 16).

O aumento da FS na testemunha, nas plantas dos tratamentos extrato de alho, calda de cal e cinza e calda bordalesa indica limitação no uso da energia luminosa.

O extrato de alho apresentou menor eficiência no processo inicial e final de captação e uso do espectro luminoso, devido apresentar uma menor FMS, o que vem a reduzir o processo de oxidação da clorofila para liberação de elétrons para a quinona (Qa) (TAIZ et al., 2017).

Aumento nos valores de Y indica que a fotossíntese foi incrementada (TABAGIBA, 2014). A máxima eficiência quântica do fotossistema II com o tratamento com a calda de cal e cinza, aumentou a assimilação de CO<sub>2</sub> (A). Esse aumento também indica maior atividade de transporte de elétrons (KRAUSE e WEIS, 1991).

A radiação fotossinteticamente ativa refere-se aos comprimentos de ondas eletromagnéticas (380 a 710 nm) que é responsável pela excitação das moléculas de clorofila, capazes de serem aproveitados pelas plantas para fins de conversão dessa energia física em energia química (PETTER et al., 2016; OLIVEIRA, 2010).

**Tabela 16.** Teste de média para as variáveis de fotossinteticamente ativa (PAR-Clip), fluorescência inicial antes do pulso de saturação (Fs), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fms), eficiência quântica do fotossistema II (Y).

	Tratamentos				
	Testemunha	Extrato de alho	Extrato de Melão de São Caetano	Calda de cal e cinza	Calda bordalesa
<b>Fs</b>	160,93A	133,62 AB	129,22 B	146,50 AB	157,22 AB
<b>Fms</b>	1,19 B	1,18 A	1,19B	1,19B	1,19B
<b>Y</b>	0,55 C	0,54 C	0,60 AB	0,65A	0,61AB
<b>Par-clip</b>	2,50 A	2,52 A	2,33C	2,31 C	2,43 B

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a análise de variância as variáveis Ci, Gs, E e A tiveram diferença significativa a 1% de probabilidade (Tabela 17).

**Tabela 17.** Resumo da análise de variância para as variáveis de concentração de carbono interno (Ci), condutância estomática (gs), transpiração (E) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>/ fotossíntese líquida (A).

GL	Fonte de variação				
	Quadrado médio (QM)				
	Ci	Gs	E	A	
<b>Tratamento</b>	3	35538,825**	29,972**	3,13**	31,274**
<b>Resíduo</b>	39	1300,094	2,077	0,132	4,50
<b>CV (%)</b>		18,43	28,72	400,56	22,67
<b>Média Geral</b>		195,64	5,018	0,090	9,364

\*\*significativo (p ≤ 0,01); \* significativo (p ≤ 0,05); ns não significativo (p > 0,05); CV = coeficiente de variação.

A concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) foi maior na testemunha, seguida pelo tratamento calda bordalesa e pelos tratamentos extrato de alho, melão de São Caetano e calda de cal e cinza, respectivamente (Tabela 18).

A taxa de condutância estomática (Gs) foi menor na testemunha (Tabela 18).

Houve uma maior transpiração (E) nas plantas do tratamento testemunha, quando comparada aos demais tratamentos (Tabela 18). Araújo (2017), estudando a aplicação de silício (Si) como indutor de tolerância à restrição hídrica em genótipos de feijão caupi, constatou que na eficiência no uso da água (EUA), houve aumento em ‘Paulistinha’ (12,5%) e em ‘BRS Rouxinol’ (28,57%), na lâmina de irrigação de 50% e sob 49 mg L<sup>-1</sup> de Si, em relação a não adubação com Si. A autora relatou que isso resultou em menor transpiração e melhoria na eficiência do uso de água pelas plantas. De acordo com os resultados, a aplicação das caldas e extratos resultou em melhor eficiência no uso da água pelas plantas (Tabela 18).

A transpiração também está relacionada à elevada perda de água, mediante esfriamento evaporativo, relacionado ao cultivo de plantas em alta temperatura. O esfriamento pela transpiração é importante, pois a fotossíntese é um processo dependente da temperatura (TAIZ e ZEIGER, 2017), parâmetro esse que mais influenciou as plantas do tratamento testemunha (Tabela 18).

A fotossíntese líquida (A) foi maior no tratamento das plantas com cal e cinza, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 18).

Vale ressaltar que a menor concentração de carbono (Ci) (157.40  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) observou-se nas plantas pulverizadas com os extratos e com a calda de cal e cinza. A maior taxa de assimilação (12.62  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) de carbono (A) ocorreu nas plantas com a calda de cal e cinza. A redução do CO<sub>2</sub> da câmara estomática (Ci) mostra que ele estava sendo metabolizado, pois quando há aumento na fotossíntese (A) indica que está havendo maior fixação do carbono (PAIVA, 2020). Esse incremento na fotossíntese pode ocorrer devido a calda de cal e cinza ser um fertilizante, disponibilizando nutrientes para as plantas, como o potássio, cálcio e magnésio (LEITE et al., 2016).

O impacto da queima das folhas do coentro na fotossíntese de folhas infectadas foi menor do que a severidade observada nas plantas tratadas com calda de cinza, devido apresentarem uma melhor relação A/Ci apesar da menor taxa de intensidade da doença ser na calda bordalesa. Já as plantas tratadas com calda bordalesa, extrato de melão e alho apresentaram capacidade fotossintética iguais a da testemunha que foi pulverizada apenas com água.

A estimativa visual da severidade de doenças em plantas nem sempre se relaciona com o efeito desta sobre a fotossíntese. Isso pode ser observado em outros estudos com fungos necrotróficos como *Corynespora cassiicola*, na qual a estimativa da severidade da mancha-alvo da soja não refletiu corretamente a interferência do fungo na fotossíntese das folhas, indicando que o patógeno pode não só reduzir a eficiência fotossintética das áreas doentes, mas também áreas assintomáticas próximas a lesão em plantas doentes (XAVIER et al., 2015).

**Tabela 18.** Teste de média para as variáveis de concentração de carbono interno (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A).

	Tratamentos				
	Testemunha	Extrato de alho	Extrato de Melão de São Caetano	Calda de cal e cinza	Calda bordalesa
<b>Ci</b>	295,57A	148,44 C	156,66 C	157,40C	220,11B
<b>Gs</b>	1,86 B	6,41 A	5,58 A	5,18 <sup>a</sup>	6,04 A
<b>E</b>	1,10 A	0,42 B	0,08 B	0,01B	0,14 B
<b>A</b>	8,76 B	7,89 B	8,59 B	12,62A	8,95 B

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## 6. CONCLUSÕES

Calda de cal e cinza, extrato de melão de São Caetano e extrato de alho não diminuem a incidência e severidade da queima do coentro.

Calda bordalesa diminui a intensidade da queima do coentro em condições de infecção natural no campo e em ambiente controlado com inoculação artificial.

O controle cultural, por meio do cultivo de menor densidade de plantas (2 g de sementes por metro linear) diminui a incidência e severidade da queima do coentro, quando comparada com a maior densidade de plantas (4 g de sementes por metro linear).

A aplicação das caldas e extratos resultou em melhor eficiência no uso da água pelas plantas;

A calda de cal e cinza apresentou maior incremento na fotossíntese;

## REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. **Consulta de Praga**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em 13 de março de 2021.

ALMEIDA, B. C.; LEMOS NETO, H. S.; GUIMARÃES, M. A.; SAMPAIO, I. M. G.; SILVA, L. S. Desempenho agroeconômico do coentro em diferentes densidades de semeadura. **Ciências Agrárias**, v. 62. 2019.

ALMEIDA, E. D.; MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Potenciais alternativas com extratos vegetais no controle da pinta preta do tomateiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 687-694, 2017.

ARAÚJO, E. D. **Silício como atenuador do estresse hídrico em feijão-caupi por meio do mecanismo antioxidante e desempenho agrônômico**. Campina-Grande-PB. 2017. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão.

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 403, p. 1607–1621. 2004.

BARROSO, F. M.; MUNIZ, P. H.P. C.; PEIXOTO, G. H.S.; MILAN, M. D.; CARVALHO, D. D. C. Incidência e caracterização morfológica de *Alternaria alternata* em sementes de salsa. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 36-40. 2019.

BERGER, S.; SINHA, A.K.; ROITSCH, T. Plant physiology meets phytopathology: plant primary metabolism and plant–pathogen interactions. **Journal of Experimental Botany**, v.58, p. 4019-4026. 2007.

BRAINER, MARIA SIMONE DE CASTRO PEREIRA. **Informe setorial de hortaliças**. Caderno Setorial ETENE. Ano 4, n. 15. 2019.

CARVALHO, W. P. Uso de Caldas e Biofertilizante no Controle da Ferrugem Asiática da Soja em Sistema Orgânico no Distrito Federal. **VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latinoamericano de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2009.

CLARO, S. A. Referenciais Tecnológicos para a Agricultura Familiar Ecológica: a experiência da Região Centro-Serra do Rio Grande do Sul. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.1, p. 250, 2001.

CLEMENTE, F. M. V. T.; HABER, L. M. **Plantas Aromáticas e Condimentares: Uso aplicado na horticultura**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 168.

COSTA, M. L. N.; SILVA, P. V. da.; OLIVEIRA NETO, F. M. O. **Efeito fungicida do óleo essencial de limão**. In: SOUZA, J. T. et al. Aplicações da biotecnologia na fitopatologia: o futuro é agora. Lavras: Ed. UFLA, p. 201, 2018.

CRUZ, A. A. Identificación morfológica y molecular de cepas del hongo (*Alternaria dauci*) patógeno de la zanahoria (*Daucus carota* L.). **Aporte Santiaguino**, v. 11, n. 1, 2018.

DAMBRÓS, R. M. **Calda Bordalesa**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. 2019. Disponível em: <[http://roneiandre.dominiotemporario.com/doc/calda\\_bordalesa.pdf](http://roneiandre.dominiotemporario.com/doc/calda_bordalesa.pdf)>. Acesso em 30 de ago. 2022.

DIEDERICHSEN, A. Coriander: (*Coriandrum sativum* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ **International Plant Genetic Resources Institute International**. 1996.

DOMINGUES, D. P.; SANTOS, C. A.; KOWATA-DRESCH, L. S.; REIS, C. A.; FERNANDES, M. C. A.; CARMO, M. G. F. Sensibilidade de *Stemphylium solani* a extratos vegetais e caldas e controle da doença no tomateiro em estufa. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40 n. 1, p. 114-123. 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa- MG: UFV, 2008.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p.82-91, 2014.

GADOTTI, G. I.; SILVA, R. N. O.; FARIAS, C. R. J.; SILVA, J. G.; PADÃO, H. L. Fungal and seed treatment interference in the viability of coriander seeds. **Horticultura Brasileira**. 39: 376-382. 2021.

GARRIDO, L. R. **Redução da adição ambiental de cobre utilizando outras formulações cúpricas em relação à calda bordalesa para o controle do míldio tardio da videira**. Bento Gonçalves- RS: Embrapa Uva e Vinho. 2017. 10p. (Comunicado Técnico, 195).

GONDALIA, V. K.; KATHIRIA K .B.; JADAV, K. S.; SHAIKH, A. S.; DEVI, G.; BANSAL, R.; MACWAN, J.; **Growth and Prospects of Export of Major Seed Spices from India**. Gujarat: Directorate of Research Anand Agricultural University Anand. 2019.

GRANDI, T. S. M. **Tratados das plantas medicinais: mineiras, nativas e cultivadas**. Belo Horizonte: Adaequetio Studio, 2014.

KHARE, M. N.; TIWARI, S. P.; YKSHARMA. Disease problems in the cultivation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) and their management leading to production of high quality pathogen free seed. **International Journal of Seed Spices**, v. 7, n.1, 2017.

KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The Basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42, p. 313-349. 1991.

LAL, M. A.; KATHPALIA, R.; SISODIA, R.; SHAKYA, R. Biotic Stress. In: BHATLA, S. C.; LAL, M. A. **Plant physiology, Development, and Metabolism**. Springer: Cingapura. 2018.

LAWRENCE, D. P.; ROTONDO, F.; PHILIPP B. G. Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria*. **Mycological Progress**, v. 15, n. 3, 2016.

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L.; MOREIRA, V. R. R. **Calda de cal e cinza**. Fichas Agroecológicas. Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. 2016.

MACHADO, F. R.; MEDEIROS, E. O. Avaliação de substratos e seu enriquecimento na emergência e desenvolvimento do coentro (*Coriandrum sativum*). **Cultivando o Saber**. ed especial. 2016.

MACIOSZEK, V. K.; GAPIŃSKA, M.; ZMIENKO, A.; SOBCZAK, M.; SKOCZOWSKI, A.; OLIWA, J.; KONONOWICZ, A. K. Complexity of *Brassica oleracea*–*Alternaria brassicicola* Susceptible Interaction Reveals Downregulation of Photosynthesis at Ultrastructural, Transcriptional, and Physiological Levels. **Cells**, v. 9, ed. 10. 2020.

MACIOSZEK, V. K.; WIELANEK, M.; MORKUNAS, I.; CIERESZKO, I.; KONONOWICZ, A. K. Leaf position-dependent effect of *Alternaria brassicicola* development on host cell death, photosynthesis and secondary metabolites in *Brassica juncea*. **Physiol Plantarum**, v. 168, p. 601-616. 2019.

MAHLEYUDDIN, N. N.; MOSHAWIH, S.; MING, L. C.; ZULKIFLY, H.H.; KIFLI, N.; LOY, M. J.; SARKER, M. M. R.; AL-WORAFI, Y. M.; GOH, B. H.; THURAISSINGAM, S.; GOH, H.P. *Coriandrum sativum* L.: A Review on Ethnopharmacology, Phytochemistry, and Cardiovascular Benefits. **Molecules**, v. 27, n. 1, 2022.

MANGWENDE, E.; KRITZINGER, Q.; AVELING, T. A. S. Control of *Alternaria* leaf spot of coriander in organic farming. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154, 2019.

MANSUR, P. S.; SILVA, A. L.; SALCEDO, S. S.; BARRETO, R. W.; CÓLMAN, A. A. *Alternaria dauci* causes leaf spots and leaf blight of coriander (*Coriandrum sativum*) in Brazil. **Australasian Plant Pathology Society**, v. 15. 2020.

MARCONDES, M. M.; FARIA, C. M. D. R.; COSTA, R. V.; FARIA, M. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D. MARCONDES, M. M.; SILVA, C. A.; NICOLI, A.; CORRÊA, C. L. **Efeito da densidade de plantas na incidência de podridões de colmo na cultura do milho**. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Águas de Lindóia. 2012.

MEIRA, A. L.; LEITE, C. D.; MOREIRA, V. R. R. **Calda Bordalesa**. Fichas Agrocológicas. Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. 2016.

MELO, W. F.; MARACAJÁ, P. B.; MELO, W. F.; FORNY, P. F.; ROLIN, F. D.; COSTA, I. F.; PINTO, W. T.; GADELHA, H. S.; LINHARES, R. S.; MELO, E. R. A importância nutricional e medicinal do *Coriandrum sativum* L. **Informativo Técnico do Semiárido**, v.12, n 2, p 01-07, 2018.

MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; LIZ, R. S. **Recomendações para o controle de pragas em hortas urbanas**. Circular técnica 80. Embrapa. Brasília-DF, 2009.

MORALES-PAYAN, J. P.; BRUNNER, P.; FLORES, L. MARTÍNEZ, S. Cilantrillo Orgânico. Hoja informativa. Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales. **Estacion Experimental Agrícola de Lajas**. 2011.

NOGUEIRA JUNIOR, A. F. **Quantificação e modelagem de mecanismos de danos causados por Phakopsora ewitis e Plasmopora vitícola em videira Vitis labrusca**. Piracicaba, 2016. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, F. C. **Estimativa da radiação fotossinteticamente ativa para as bacias dos rios Doce, São Mateus e Jequitinhonha**. Viçosa, 2010. Dissertação. (Mestrado em meteorologia agrícola). Universidade Federal de Viçosa.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 01, p. 161-169, 2005.

PAIVA, M. J. A. **Ação e modo de aplicação dos ácidos húmicos e fúlvicos sobre características morfológicas e fisiológicas de milho**. Minas Gerais, 2020. Dissertação. (Mestrado em Agroecologia). Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D. F. **Diagnose e controle alternativo de doenças em alface, alho, cebola e brássicas**. Circular técnica 120. Embrapa hortaliças. Distrito federal- DF. 1 ed. 2013.

PEREIRA, WAGNER HENRIQUE. **Práticas alternativas para a produção agropecuária agroecológica**. Manuel de práticas Agroecológicas. Emater MG. 2020.

PETTER, F. A.; SILVA, J. A.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. **Bragantia**. v. 75, n. 2, p.173-183, 2016.

RAVISHANKAR, L. V.; TIWARI. S. Biological management of Alternaria leaf blight in coriander (*Coriandrum sativum*). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7. Ed. 6, p. 1-3, 2018.

REBELO, J. A.; REBELO, A. M.; SCHALLENBERGER, E. **Calda bordalesa: Componentes, obtenção e características**. Florianópolis- SC: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. 2015. 20p. (Boletim Técnico, 166).

REIS, A.; LOPES, C. A. **Doenças do coentro**. Circular técnica 157. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília- DF. 2016.

REIS, F.; CAMPOSTRINI, E. Microaspersão de água sobre a copa: um estudo relacionado às trocas gasosas e à eficiência fotoquímica em plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira Agrocência**, v. 17, n. 3, p. 284-295, 2011.

SANTOS, M. C. C. A. **Avaliação dos impactos socioeconômico e ambiental da agricultura familiar na microbacia hidrográfica do oiti, Lagoa Seca – PB**. Campina Grande, 2009. 140f. Dissertação (mestrado em recursos naturais). Programa de pós-graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande.

SILVA, L.B. **Controle de fitopatógenos com extratos vegetais**. Cuiabá, 2015. 82f. Tese. (Doutorado em Agricultura tropical). Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal do Mato Grosso.

STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; ASSI, L.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Control of plant diseases using extracts from medicinal plants and fungi. **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances** A. Méndez-Vilas (ed.). FORMATEX 1033-1042, 2011.

STANGARLIN, J. R.; LEITE, B. **Alterações fisiológicas na suscetibilidade**. In: PASCHOLATI S.F.; LEITE B.; STANGARLIN J.R.; CIA, P. Interação planta patógeno: fisiologia, bioquímica e biologia molecular. Piracicaba: FEALQ, 177 - 227. 2008.

SHTIENBERG, D. Effects of foliar diseases on gas exchange processes: a comparative study. **Phytopathology**, v.82, n.7, p.760-765, 1992.

TABAGIBA, S. D. **Fotossíntese, metabolismo antioxidativo e respostas de defesa de plantas de arroz infectadas por *Microdochium oryzae* e supridas com silício**. Viçosa, 2013. 141f. Tese (Doutorado em fisiologia vegetal). Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Viçosa.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TOFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T. *Alternaria* spp. em oleráceas: sintomas, etiologia, manejo e fungicidas. **Biológico**, v.77, n.1, p.21-34. 2015.

XAVIER, S. A.; MELLO, F. L.; CANTERI, M. G.; GODOY, C. V. Fotossíntese de folhas de soja infectadas por *Corynespora cassicola* e *Erysiphe difusa*. **Summa Phytopathologica**, v.41, n.2, p.156-159, 2015.

YARNELL, E.; ABASCAL, K. Cilantro: Culinary Herb or Miracle Medicinal Plant?. **Alternative and Complementary Therapies**, v. 18, n.5, p. 259-264, 2012.

ZEFERINO, R. Q.; CÔRREA, E. B.; LIMA, A. M.; OLINDA, R. A. **Avaliação de produtos alternativos no controle da queima das folhas do coentro em cultivo orgânico**. Cadernos de Agroecologia. Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, v. 15, n. 2, 2020.