



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR – CCTA  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – UAGRA  
CAMPUS POMBAL - PB**

**ALEX BÉU SANTOS**

**EFEITO FUNGITÓXICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE HORTELÃ (*Mentha* sp.) E  
EUCALIPTO (*Eucalyptus* spp.) EM *Macrophomina phaseolina* (Tassi). Goid.**

Pombal – PB  
2017

**ALEX BÉU SANTOS**

**EFEITO FUNGITÓXICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE HORTELÃ (*Mentha sp.*) E  
EUCALIPTO (*Eucalyptus spp.*) EM *Macrophomina phaseolina* (Tassi.) Goid.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. Antonio Francisco de Mendonça Júnior

Coorientadora: D.Sc. Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S237e Santos, Alex Béu.  
Efeito fungitóxico do óleo essencial de Hortelã (*Mentha* sp.) e Eucalipto (*Eucalyptus* spp.) em *Macrophomina phaseolina* (Tassi.) Goid. / Alex Béu Santos. – Pombal-PB, 2017.  
33 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Antonio Francisco de Mendonça Júnior, Profa. Dra. Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues".  
Referências.

1. *Vigna unguiculata*. 2. Podridão Cinzenta do Caule. 3. Crescimento Micelial. I. Mendonça Júnior, Antonio Francisco de. II. Rodrigues, Ana Paula Medeiros dos Santos. III. Título.

CDU 632.25(043)

**ALEX BÉU SANTOS**

**EFEITO FUNGITÓXICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE HORTELÃ (*Mentha sp.*) E  
EUCALIPTO (*Eucalyptus spp.*) EM *Macrophomina phaseolina* (Tassi.). Goid.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia da Unidade  
Acadêmica de Ciências Agrárias do Centro de  
Ciências e Tecnologia Agroalimentar da  
Universidade Federal de Campina Grande, como  
um dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Orientador – Prof. D. Sc. Antônio Francisco de Mendonça Júnior  
UAGRA – CCTA – UFCG

---

Coorientadora – D.Sc. Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues  
UFERSA

---

Examinador – Prof. D. Sc. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim  
UAGRA – CCTA – UFCG

---

Examinador - Mestrando Anderson Bruno Anacleto de Andrade  
PPGSA – CCTA – UFCG

Pombal – PB  
2017

## DEDICATÓRIA

Ao meu pai Antônio Silva Santos e à minha mãe Arlete Ferreira Bêu, incansáveis na luta por fazer de mim uma pessoa melhor, por sempre acreditarem, e pelo amor incondicional; à minha irmã e amiga, Silvanete Bêu Santos; à minha linda sobrinha, Emilly Santos; ao meu cunhado e amigo, Alessandro Dias; aos meus avós por sempre terem me motivado e pelo amor que sempre tiveram, em especial ao meu avô, João Tomaz, por sempre acreditar em mim. E a todos os meus familiares que sempre acreditaram e apoiaram este sonho, pois sem uma base sólida qualquer edifício está sujeito a cair, amo vocês!

Aos amigos e colegas de longa data e amigos que conheci dentro e fora da Universidade, chegar até aqui não foi fácil, mas se não tivesse encontrado vocês pelo caminho sei que mais árduo haveria de ser: Adriana Santos, Andressa Nóbrega, Andreza Hauana, Ângelo Augusto, Artur Dantas, Bruno Anacleto, Bruno Bernardo, Carol Santos e família, Cicero Rufino, Corina Farias, Danilo Lima, Dênis Gustavo, Diego Pimenta, Eduardo Pereira, Elânio Vitor, Elias Francisco, Eliene Fernandes, Elton Ferreira, Erllan Tavares, Fabrício Souza, Fernanda Andrade, Francielle Araújo, Gabriela França, Gilberto Torres, Hélio Neto, Hugo Costa, Hugo Fernandes, Ilana Taynan, Izabela Moraes, Jackson Nóbrega, Janinne Fernandes, Janser Tavares, Jefferson Cardoso, Jhonatan Santos, Jonathans Stevens, José Carlos e família, José Galdino, José Lucas, Josefa Claudia, Josi Oliveira, Jovelyna Farias, Kaique Oliveira, Laís Moraes, Leonardo Prado, Lídia Andrade, Luan Sena, Lucas Moura, Luênia Andrade, Lurdinha Gomes, Malber Mércio, Marcelo Gonçalves, Marcio Santos, Marcos Allan, Matheus Santos, Matheus Silva Lima (*in memoriam*), Mauricio Novaes, Mayara Denise, Mayrlla Karla, Nathalia Dutra, Pablo Alves, Pablo Macedo, Plinio Tércio, Rafael Novaes, Raissa Dias, Ramom Vilela, Ramon Guanaes, Ramon Guanaes, Raquel Frazão, Raryca Pereira, Renato Vaz, Ricardo Ferreira, Sabrina Oliveira, Tássio Almeida, Thiago Pimenta, Tiago Silva Lima, Valeriana Souza, Vicente Queiroga, Wesley Lins, e aos muitos que não caberiam aqui, meu muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me permitido concluir esta etapa da minha vida com saúde.

Ao meu orientador, o professor Antônio Francisco de Mendonça Júnior pela confiança e oportunidade de realizar este trabalho e outros sob a sua grandiosa orientação e amizade;

À minha coorientadora e amiga Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues, pela humildade, paciência e dedicação prestadas, obrigado pela imensa contribuição;

Aos amigos que contribuíram com este trabalho, Leonardo Prado, Mayara Denise, Eliene Fernandes e Erllan Tavares;

Ao professor Fernandes Antônio de Almeida por ceder o laboratório de fitopatologia para que pudéssemos realizar este e outros estudos;

Ao técnico do laboratório de Fitopatologia do CCTA, Tiago Cardoso, pelo grande apoio, amizade e humildade;

Aos examinadores da banca, o professor Ancélio Ricardo e ao Mestrando Bruno Anacleto, por terem se disponibilizado a comparecer e pelas importantes contribuições para a melhoria do trabalho;

A todos os professores do CCTA que contribuíram enormemente com a minha formação e a todos os funcionários da UFCG campus Pombal, por terem contribuído direta ou indiretamente com esta conquista.

SANTOS, A. B. **Efeito fungitóxico de óleos essenciais de hortelã (*Mentha* sp.) e eucalipto (*Eucalyptus* spp.) em *Macrophomina phaseolina* (Tassi). Goid.** 2017. 33 f. TCC (Curso de Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal. 2017.

## RESUMO

O fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi). Goid é o agente etiológico de uma das principais doenças na cultura do feijão-caupi, vulgarmente conhecida como podridão cinzenta do caule. Em decorrência da falta de produtos fitossanitários registrados para o controle desta doença um aumento na busca por métodos de controle alternativo é cada vez mais comum. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de óleos essenciais sobre o crescimento micelial do fungo *M. phaseolina*. Os óleos testados foram de hortelã (*Mentha* sp.) e eucalipto (*Eucalyptus* spp.), nas concentrações 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0%. Os óleos foram incorporados ao meio de cultura do tipo BDA e posteriormente vertidos em placas de Petri de 90x15mm, após a solidificação do meio, discos de 8mm contendo o micélio do patógeno foram repicados para as placas com os respectivos tratamentos. O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial 2 x 5 + 1, sendo dez tratamentos mais uma testemunha positiva que constou da aplicação suplementar no meio (BDA) do fungicida Sportak 450 EC (Procloraz), e cinco repetições, totalizando 55 parcelas experimentais. Posteriormente todas as placas foram transferidas para incubadora do tipo B.O.D. (biochemical oxygen demand) a  $27 \pm 2$  °C. Foram realizadas medições diárias do diâmetro da colônia em dois sentidos perpendiculares até que tomasse toda a superfície do meio de cultura de uma das placas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, Dunnett e Scott Knott a 5% de probabilidade para avaliar o efeito dos tratamentos nas variáveis respostas TCM (mm dia<sup>-1</sup>), PIC (%) e IVCM, respectivamente. O óleo essencial de hortelã apresentou potencial de inibição do fungo próximo ao obtido pelo fungicida, diferente do óleo de eucalipto que não obteve resposta eficiente.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus* sp., *Mentha* sp., PIC, TCM, *Vigna unguiculata*

SANTOS, A. B. **Fungitoxic effect of mentha (*Mentha* sp.) and eucalyptus (*Eucalyptus* spp.) essentials oils on *Macrophomina phaseolina* (Tassi.). Goid.** 2017. 33 f. TCC (Curso de Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal. 2017.

### ABSTRACT

*Macrophomina phaseolina* (Tassi.). Goid is the etiological agent of one of the major diseases in cowpea bean crop, commonly known as gray rot stem. Due to the lack of registered phytosanitary products to control this disease, the search for alternative control methods is increasingly common. The objective of this study was to evaluate the effect of essential oils on the mycelial growth of *M. phaseolina*. The oils tested were *Mentha* sp. and *Eucalyptus* spp., at concentrations of 0.4; 0.6; 0.8 and 1.0%. The work was conducted in Phytopathology Laboratory of the Federal University of Campina Grande. Daily measurements of the colony diameter were performed in two perpendicular directions until it filled the entire surface of the culture medium of one of the plates. The experiment was conducted in a completely randomized experimental design in a factorial arrangement 2 x 5 + 1, with ten treatments plus a positive control, consisting of the supplemental application in the medium (BDA) of the fungicide Sportak 450 EC (Procloraz), and five replications. The data were submitted to variance analysis and the means were compared by the Tukey and Scott Knott test at a 5% probability to evaluate the effect of the treatments on the mycelial growth rate (mm day<sup>-1</sup>), growth inhibition percentage (%) and mycelial growth rate index, respectively. The *Mentha* sp. essential oil presented a potential of inhibition of the fungus close to that obtained by the fungicide, different from the *Eucalyptus* spp. oil that did not obtain an efficient response.

**Keywords:** *Eucalyptus* sp., *Mentha* sp., PIC, TCM, *Vigna unguiculata*

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Quadro resumo da análise de variância para as variáveis taxa de crescimento micelial (TCM), UFCG, Pombal-PB, 2017..... 20

**Tabela 2.** Taxa de crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* sob diferentes concentrações de óleos essenciais, hortelã e eucalipto, e o fungicida (Sportak 450 EC). Pombal, PB, UFCG, 2016..... 20

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *Macrophomina phaseolina* sob diferentes concentrações de óleos essenciais de hortelã e eucalipto, e do fungicida (Sportak 450 EC)..... 21
- Figura 2.** Comparação do crescimento micelial entre os tratamentos com óleos de Hortelã e Eucalipto, e a testemunha positiva para inibição do fungo. Pombal, UFCG, 2016. A: 0,0% - Testemunha Negativa; B: 0,4%; C: 0,6%; D: 0,8%; E: 1,0%; F: Testemunha Positiva (750 µL L-1 de Sportak 450 EC)..... 22
- Figura 3.** Taxa de crescimento micelial (TCM) de *Macrophomina phaseolina* em função de diferentes concentrações dos óleos essenciais de hortelã e eucalipto..... 23
- Figura 4.** Análise de regressão da inibição do crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* em função de diferentes concentrações do óleo essencial de hortelã.)..... 24
- Figura 5.** Análise de regressão da inibição do crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* em função de diferentes concentrações do óleo essencial de eucalipto..... 25

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
2.1 Cultura do feijão-caupi [ <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.] .....	12
2.2 Podridão cinzenta do caule no feijão-caupi .....	13
2.3 <i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi.) Goid .....	14
2.4 Óleos essenciais no controle de doenças .....	14
2.4.1 Óleo essencial de hortelã ( <i>Mentha sp.</i> ) .....	15
2.4.2 Óleo essencial de eucalipto ( <i>Eucalyptus spp.</i> ) .....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
3.1. Caracterização da área experimental .....	18
3.2. Tratamentos e delineamento experimental .....	18
3.3. Instalação e condução do experimento .....	18
3.4. Análise estatística .....	19
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	27
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., é uma cultura importante para as populações de países subdesenvolvidos, principalmente pela significativa contribuição socioeconômica como suprimento alimentar e fixação de mão de obra no campo (ROCHA et al., 2009).

O Brasil é um dos países de maior relevância quando se trata de produção de grãos. A produção de feijão-caupi concentra-se principalmente nas regiões Norte e Nordeste, sendo considerada uma das principais fontes proteicas da alimentação humana, componente essencial da dieta alimentar e um importante gerador de emprego e renda (EMBRAPA MEIO NORTE, 2016); AZEVEDO et al., 2008).

Apesar da representatividade da cultura para o país, as doenças estão entre os fatores mais limitantes à sua produção, sendo responsáveis por perdas qualitativas e quantitativas (RIOS, 1988). A existência de variedades resistentes a doenças ainda é insuficiente e o controle químico não possui grande eficiência, haja vista a reduzida quantidade de produtos registrados para a cultura. Em virtude das condições climáticas brasileiras, perdas ocasionadas por doenças fúngicas podem alcançar um patamar elevado, principalmente onde se emprega baixa tecnologia fitossanitária no cultivo desta leguminosa, como é o caso da região Nordeste do país (POLTRONIER et al., 1994).

Uma das principais doenças que acometem o feijão-caupi é a podridão cinzenta do caule, causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*, um dos principais patógenos desta espécie (PEDROSO, 2012). Nas condições do Nordeste brasileiro, representa uma das mais importantes doenças fúngicas (ARAÚJO, 1985; ATHAYDE SOBRINHO et al., 1998; ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000; RODRIGUES et al., 1997), causando morte de sementes e plântulas, cancro e lesões cinzentas no caule, sobretudo em condições de alta temperatura e deficiência hídrica (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 1997).

O controle químico deste patógeno é comumente empregado, porém apresenta uma série de problemas como o surgimento de populações resistentes em decorrência do uso contínuo e indiscriminado de agrotóxicos, e elevada toxicidade para a saúde humana e o meio ambiente. A utilização irregular destes produtos tem ocasionado inúmeros problemas que vão desde desequilíbrios ambientais, contaminação de alimentos e intoxicação de seres humanos. Em decorrência destas práticas, a adoção de técnicas alternativas de controle de fitopatógenos se faz relevante, tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente. Dentre as técnicas,

o uso de produtos naturais para o controle de patógenos tem se tornado uma realidade (FONSECA et al., 2015).

A utilização de óleos essenciais tem tomado espaço cada vez maior, demonstrando-se como uma alternativa no controle de doenças e pragas (OOTANI, 2013). Estes compostos são misturas extremamente complexas e que podem conter até 60 componentes distribuídos em concentrações diversas. Geralmente caracterizam-se por possuírem dois ou três componentes em maior concentração quando comparado com outros presentes em sua constituição. Os mesmos apresentam importante papel na proteção de plantas contra bactérias, fungos e insetos causadores de doenças (BAKKALI, 2008). O sucesso destes óleos no controle de fitopatógenos está relacionado à sua capacidade de dissolver-se em meio lipídico, isto permite que haja uma harmonia entre o óleo e os componentes lipídicos presentes nas células dos patógenos, causando modificações na estrutura da mesma (BRUM, 2012).

Segundo Silva et al. (2012), avaliando a atividade antifúngica de extratos vegetais de cravo-da-índia, alho, pimenta e neem, observaram inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e *Pyricularia oryzae*. Dias-Arieira et al. (2010), estudando a atividade antifúngica do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* e *Azadirachta indica* sobre *Colletotrichum acutatum* em morangueiro observaram que o crescimento micelial foi inibido de forma significativa para ambos os óleos testados. Freire (2006), utilizando óleo essencial de hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.) constatou inibição no crescimento micelial de diferentes fungos.

Diante do exposto o presente trabalho teve o objetivo de analisar o efeito fungitóxico *in vitro* de óleos essenciais de Eucalipto (*Eucalyptus*) e Hortelã (*Mentha sp*) sobre o crescimento inicial de *Macrophomina phaseolina* (Tassi.). Goid.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Cultura do feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é uma espécie dicotiledônia pertencente à família *Fabaceae*, que tem como centro de origem a África, sendo disseminada no Brasil em meados do século XVI através de colonizadores portugueses no estado da Bahia (FREIRE FILHO et al., 2011).

A espécie possui plantas de porte variado, ereto, semiereto ou trepador. Suas folhas são trifoliadas e as flores formam pequenos grupos semelhantes a cachos, com poucas flores, que partem da base do pecíolo das folhas. Suas flores podem apresentar-se em diversas cores como, brancas, amarelas e violetas. Abrem-se apenas nas primeiras horas da manhã, não concedendo que a polinização por parte de insetos ocorra continuamente. Cada flor exibe cinco estames. As vagens são lisas, lineares e cilíndricas, com sementes numerosas. Estas se mostram de cor branca e amarelada com o hilo com uma horla castanha ou negra, que permite naturalmente a sua identificação. Com a maturação das vagens (legumes), estas secam abrindo-se facilmente por meio de uma sutura, permitindo a extração das sementes (LIBERATO, 1999).

Conhecido vulgarmente como feijão de corda, feijão fradinho e feijão macaçar, é largamente produzido no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, tanto por agricultores familiares quanto donos de empresas. Isto pode ser explicado pelo seu conteúdo de proteína e sais minerais essenciais à saúde de seus consumidores, além de apresentar um ciclo relativamente curto e ótima tolerância à escassez de água, característica destas regiões, causada principalmente pela baixa precipitação pluviométrica anual (FROTA; PEREIRA, 2000; FREIRE FILHO, 2011).

Sua produção tem gerado mais de um milhão de empregos anualmente, garantindo segurança alimentar para cerca de trinta milhões de pessoas e com um retorno financeiro anual de mais de seiscentos milhões de reais (FREIRE FILHO et al., 2011). Embora se tenha uma expansão crescente dessa cultura no país, o uso de tecnologia nas práticas de manejo ainda é baixo, o que se traduz em baixos índices de rendimento e qualidade do produto.

De acordo com dados da FAO (2015), a produção mundial de feijão foi de cerca de 5,6 milhões de toneladas, produzidas numa área de 12,5 milhões de hectares. Porém, é provável que os dados estejam subestimados pelo fato de países como o Brasil e a Índia não separarem

estatisticamente os dados de feijão-caupi e feijão comum. Segundo estimativas de produção da Embrapa Arroz e Feijão, em 2014 a produção foi de 482.665 toneladas, colhidas numa área de 1.202.491 hectares, sendo os estados do Ceará, Piauí e Pernambuco os principais produtores do Nordeste, com uma produção de 107.291; 55.278 e 52.406 toneladas respectivamente (EMBRAPA, 2014).

Apesar da tamanha representatividade no cenário produtivo do país, assim como em todas as culturas exploradas comercialmente, o feijão-caupi também é abalado por perdas decorrentes de doenças responsáveis por reduções em sua produtividade (NORONHA et al., 2010).

## **2.2. Podridão cinzenta do caule no Feijão-caupi**

A podridão cinzenta do caule é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, e é uma das principais doenças que acometem esta espécie (MENEZES et al., 2013). Ocorre em diversos países da América e África, acometendo o caule e a raiz das plantas causando grandes perdas na lavoura (ABAWI; PASTOR-CORRALES, 1997).

Foi observada no Brasil pela primeira vez em 1935, em feijoeiro comum, na cidade de Campinas, São Paulo (COELHO NETO, 1994). Está presente em todas as áreas produtoras (ASSIS FILHO, 1997; ATHAYDE SOBRINHO et al., 1998; ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000; PONTE, 1996; PIO-RIBEIRO; RIOS, 1988) e, segundo Magalhães et al. (1982) e Pio-Ribeiro; Assis Filho (1997), torna-se mais agressiva quando as condições ambientes mostram-se secas e com temperaturas elevadas, como o caso da região nordeste do país.

Segundo Ponte (1996) e Rodrigues et al. (1997), o desenvolvimento da doença na planta pode ocorrer em várias etapas de crescimento. Nas plântulas as lesões se apresentam nos cotilédones, podendo vir a causar tombamento da planta em pré e pós-emergência, já na planta adulta, os sintomas podem se apresentar na forma de lesões necróticas na região do colo, clorose, murcha, queda precoce das folhas e morte da planta (DINGRA; SINCLAIR, 1978).

Nas condições de Nordeste brasileiro, a doença atinge primeiro o colo da planta, e posteriormente se propaga para a raiz pivotante, partes acima do caule e ramos, onde verifica-se o aparecimento de lesões acinzentadas, difusas, com aspecto úmido e que posteriormente evoluem, causando podridão dos tecidos da planta. Em decorrência disto ocorre clorose generalizada, murcha, seca e morte da planta afetada (ATHAYDE SOBRINHO, 2000).

### **2.3. *Macrophomina phaseolina* (Tassi.). Goid**

A *Macrophomina phaseolina* (Tassi.). Goid é um fungo que tem o solo como ambiente natural de sobrevivência, e que também pode alcançar outras áreas utilizando sementes como hospedeiro. Quando isto ocorre, há o surgimento de damping-off em pré-emergência da planta, ocasionando perdas na lavoura (MENEZES et al., 2013). *M. phaseolina* apresenta ampla gama de hospedeiros, sendo patogênico em mais de 680 espécies botânicas (FARR et al., 2008).

O patógeno pode atacar diversas espécies cultivadas de valor comercial, dentre algumas das principais encontram-se Algodão (*Gossypium hirsutum*, L.), Batata-doce (*Ipomoea batatas*, L.), Feijão caupi (*Vigna unguiculata*, L.), Feijão comum (*Phaseolus vulgaris*, L.), Melão (*Cucumis melo*, L.), Melancia (*Citrullus lanatus*), Milho (*Zea mays*) e Soja (*Glycine max*, L.) (MICHEREFF et al., 2005).

Este fungo tem uma elevada capacidade de sobrevivência, mesmo quando submetido a condições adversas, a explicação para este problema está na sua elevada capacidade saprofítica juntamente com o desenvolvimento de microescleródios, que são estruturas de resistência capazes de permanecer no solo por anos. *M. phaseolina* ataca as raízes das plantas causando sérios problemas, como podridão seca da raiz, podridão de carvão, murchamento da parte aérea e tombamento (GUPTA et al., 2012).

### **2.4. Óleos essenciais no controle de doenças**

Definem-se óleos essenciais como sendo misturas complexas de óleos voláteis e que possuem substâncias químicas variadas e de funções diversas. Estes óleos podem estar presentes em diversas partes da planta, como flores, folhas, frutos, sementes, caule e raízes. Basicamente a obtenção destes compostos pode ser de duas formas, por destilação a vapor ou ainda por hidrodestilação. O material que contém o óleo é exposto a uma corrente de vapor, quando isso ocorre à mistura de vapores de óleo e água separam-se em camadas após se condensar, por diferencial de densidade (KOKETSU; GONÇALVES, 1991).

Sabe-se que os produtos sintéticos utilizados para controle de patógenos, quando usados em excesso e continuamente causam sérios danos à saúde do homem e ao ambiente como um todo. Devido a esta problemática, tem se estudado cada vez mais sobre formas alternativas de controle desses fitopatógenos, visando diminuir e por vezes até evitar totalmente o uso de

produtos químicos (ALMEIDA et al., 2010). Além disso, o uso contínuo e indiscriminado destes produtos faz com que os microrganismos, desenvolvam resistência a seus princípios ativos, deixando a relação custo benefício abalada (KORDALI et al., 2009).

É com base nesta premissa que os óleos essenciais, conhecidos há décadas por suas propriedades medicinais e utilizados largamente na indústria de perfumes, alimentos, e de fármacos, mostram-se também eficientes no controle de pragas. Porém diversas pesquisas já feitas ao redor do mundo mostram que esta característica não se restringe apenas a pragas, mas também apresenta ações fungicidas contra patógenos importantes conhecidos (ISMAN, 2000).

Segundo Batish et al., (2008), em um estudo realizado sobre o uso do óleo essencial de *Eucalyptus* como pesticida, constataram que o mesmo possui atividade biológica contra fungos, insetos e ácaros. Kaur et al., (2010), utilizando óleo de *Artemisia* verificou sua eficácia como bio herbicida no controle de plantas daninhas. Sharma e Tripathi, (2008), trabalhando com óleo essencial de *Citrus sinensis* (L.) no controle de *Aspergillus niger* (L.), obtiveram um resultado de completa inibição ao utilizar a concentração de 3,0 mg mL<sup>-1</sup>, 7 dias após a incubação em meio de cultura, e considerou esta concentração como sendo de ação fungicida.

#### **2.4.1. Óleo essencial de hortelã (*Mentha sp.*)**

Tendo como berço de origem o Norte da Ásia e Europa, a hortelã (*Mentha sp.*), é uma espécie da família das *Lamiaceae*. É uma planta perene, rasteira, com raízes do tipo rizoma lenhoso, folhas opostas e flores pequenas que variam do lilás ao rosa (VAZ e JORGE, 2006).

As propriedades antimicrobianas de óleos essenciais desta espécie foram e ainda são estudadas e comprovadas, e isto pode ser explicado pela sua composição química que inclui, entre outros componentes a mentona, óxido de piperitona, carvona e linalol. Sendo o mentol um dos principais componentes responsáveis pela atividade antimicrobiana destas espécies (HUSSAIN et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2013).

Este tipo de composto apresenta uma extensa gama de vantagens quando comparados com produtos sintéticos quimicamente formulados, no controle de fitopatógenos. Primeiramente a toxicidade é muito inferior aos produtos convencionais, além do fato de sofrerem biodegradação acelerada. Devido à diversidade de substâncias que contém, possuem

modos de ação diversos, isto é importante, pois diminui a probabilidade do surgimento de populações de patógenos resistentes (COIMBRA et al., 2006).

Diniz et al., (2008), analisando a bioatividade do óleo essencial de *Mentha arvensis* L. no controle de fungos fitopatogênicos demonstraram que houve atividade inibitória sobre os fungos *Aspergillus* sp., *Penicillium rubrum*, *Sclerotinia* sp., *Fusarium moniliforme* cepa UEM e *Corynespora cassicola*, quando estes foram expostos a concentração de 100 ml do mesmo.

Sousa (2012), avaliando o crescimento micelial do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em presença de dez óleos essenciais em diferentes concentrações, constatou que os óleos de copaíba, neem, hortelã e pau rosa, apresentaram os melhores resultados quanto à inibição do crescimento do fungo em todas as cinco concentrações utilizadas.

#### **2.4.2. Óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus* spp.)**

Pertencente ao gênero *Eucalyptus*, o Eucalipto como é vulgarmente conhecido, pertence à família das *Myrtaceae* e tem como centro de origem a Austrália. Introduzida no Brasil no início do século XIX, é uma das espécies florestais mais cultivadas no país e isto se deve a sua capacidade de crescer rapidamente, seu manejo simples e por ser capaz de adaptar-se bem às diferentes condições edafoclimáticas (DRUMOND et al., 2016).

Ao todo são conhecidas e descritas cerca de 600 espécies de eucalipto, porém, somente algumas são utilizadas para fins de extração de óleo essencial, e no Brasil as principais espécies que se destacam para esta finalidade são: *Eucalyptus citriodora*; *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus staigeriana*, sendo esta última a mais utilizada com este objetivo e tendo sua madeira comercializada no mercado na forma de lenha. Certos fatores exercem influência quando o assunto é a obtenção deste produto, dentre eles alguns dos que mais se destacam são a instabilidade genética; a forma como o óleo é obtido; a maturidade da folha e os métodos de amostragem utilizados (VITTI; BRITO, 2003).

Os efeitos positivos dos óleos essenciais contra microrganismos têm sido demonstrados através de diversos estudos que comprovam estas propriedades. Este fato se dá pela existência de terpenóides e de compostos fenólicos. Porém estes estudos são focados em sua maioria no controle de fungos (PEREIRA, 2010).

Hendry et al., (2009), demonstraram que há atividade antimicrobiana do óleo sobre vários microrganismos, porém no referido estudo foi possível observar que o 1,8-cineol (Eucaliptol) isolado apresentou menor atividade contra os microrganismos do que o óleo essencial em si. Diante disto é possível chegar-se a conclusão de que os constituintes do óleo

isolados são menos eficientes que o próprio óleo, e isto demonstra que os demais constituintes do óleo como  $\alpha$ -pineno, globulol e limoneno também são de extrema importância e não devem ser descartados.

Dawar et al., (2007), ao utilizar óleo essencial de diferentes partes de *Eucalyptus* sp. contra *Fusarium* sp., *Rizoctania solani* e *Macrophomina phaseolina* in vitro, nas concentrações de 0,1; 1 e 5%, constataram que houve inibição do crescimento dos mesmos. Com destaque para a concentração de 5% que demonstrou os melhores resultados.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da área experimental**

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal no período de Novembro a Dezembro de 2016. Para realização do experimento, utilizou-se um isolado de *Macrophomina phaseolina* (Tassi.). Goid obtido de raízes de feijão-caupi que apresentavam sintomas de podridão cinzenta do caule, e os óleos essenciais de *Mentha sp.* e *Eucalyptus* foram obtidos de produtos comerciais.

#### **3.2. Tratamentos e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial 2 x 5 + 1, sendo dez tratamentos mais uma testemunha positiva e cinco repetições, totalizando 55 parcelas experimentais. Os tratamentos constaram do meio de cultura BDA suplementado com os óleos essenciais de *Mentha sp.* e *Eucalyptus* nas seguintes concentrações: 0,0; 0,4; 0,6; 0,8 e 1%. A testemunha positiva constou da aplicação suplementar no meio (BDA) do fungicida (Procloraz), utilizado na dose indicada (750 µL L<sup>-1</sup>). As concentrações estabelecidas para aplicação dos óleos essenciais foram tomadas com base em estudos anteriores (SOUZA, 2012).

#### **3.3. Instalação e condução do experimento**

Os óleos (tratamentos) foram adicionados em meio de cultura tipo BDA após este ser autoclavado a temperatura de  $\pm 50$  °C, e sob condições assépticas os meios contendo os tratamentos foram vertidos em placas de Petri de dimensões 90 x 15 mm. Após a solidificação em placa do meio de cultura contendo os tratamentos, foram inseridos no centro das placas discos de 8 mm retirados de outro meio de cultura onde o isolado fúngico era cultivado a sete dias. Essas placas foram então mantidas em incubadora tipo B.O.D. (biochemical oxygen demand) a  $27 \pm 2$  °C para proporcionar o crescimento fúngico.

O crescimento das colônias foi mensurado diariamente até que a colônia tomasse toda a superfície do meio de cultura de uma das placas. O crescimento micelial foi obtido pela

medição radial da colônia na placa em duas direções perpendiculares, sendo posteriormente calculada a média pela porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC), que é expressa pela fórmula:  $P.I.C. = [(crescimento\ da\ testemunha - crescimento\ do\ tratamento) \times 100] \div$  crescimento da testemunha (EDGINTON et al., 1971). Com a média dos resultados obtidos foi determinado o índice da velocidade de crescimento micelial (IVCM) (OLIVEIRA, 1991). Os dados obtidos de cada isolado foram utilizados para calcular a taxa de crescimento micelial (TCM  $mm\ h^{-1}$ ), pela equação  $TCM = DMF - 0,8/4$  onde; o DMF = diâmetro final, 0,8 = ao diâmetro do disco utilizado e 4 = dias de duração do ensaio, adaptado de Correia, 2014.

### **3.4. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Scott Knott a 5% de probabilidade para avaliar o efeito dos tratamentos nas variáveis respostas TCM ( $mm\ dia^{-1}$ ), PIC (%) e IVCM, respectivamente. O modelo estatístico empregado foi:  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$ . O programa utilizado para as análises foi o ASSISTAT 7.7 Beta. De forma complementar a análise estatística aplicada, procedeu-se análise de regressão para determinação da melhor concentração dos óleos essenciais, através do programa Minitab 17 (equações) e Microsoft Excel 2010 (gráficos).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, observa-se que houve interação entre os fatores óleos e concentrações, bem como significância dos fatores e a testemunha positiva (fungicida) para a variável resposta, taxa de crescimento micelial (TCM) ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ), o que demonstra que os fatores não atuam isoladamente.

**Tabela 1.** Quadro resumo da análise de variância para as variáveis taxa de crescimento micelial (TCM), UFCG, Pombal-PB, 2017.

F.V.	G.L.	TCM (mm dia <sup>-1</sup> )
Óleos (F1)	1	9,425**
Doses (F2)	4	1,836**
Int. F1 x F2	4	0,657**
Fat. x Fungicida	1	15,681**
Tratamentos	10	3,508**
Resíduo	44	0,071
Média	-	3,95
CV (%)	-	6,77

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ );  
<sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

De acordo com os ensaios realizados, observou-se que a taxa de crescimento micelial (TCM) foi compatível com o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *M. phaseolina*, para os dois óleos essenciais utilizados, conforme apresentados na Tabela 2 e Figura 1.

**Tabela 2.** Taxa de crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* sob diferentes concentrações de óleos essenciais, hortelã e eucalipto, e o fungicida. Pombal, PB, UFCG, 2016.

Produtos	Concentrações (%)	Tratamentos	TCM (mm dia <sup>-1</sup> )	TCM (%)
Hortelã	0,0	T1	22,30a	100,00
	0,4	T2	13,89bc	62,29
	0,6	T3	12,32c	55,25
	0,8	T4	10,54cd	47,26
	1,0	T5	8,79d	39,42
Eucalipto	0,0	T6	22,30a	100,00
	0,4	T7	21,15a	94,84
	0,6	T8	20,31a	91,08
	0,8	T9	20,10a	90,13
	1,0	T10	17,57ab	78,78
Fungicida	750 µL L <sup>-1</sup>	T11	4,63e	20,76
CV (%)	-	-		6,77

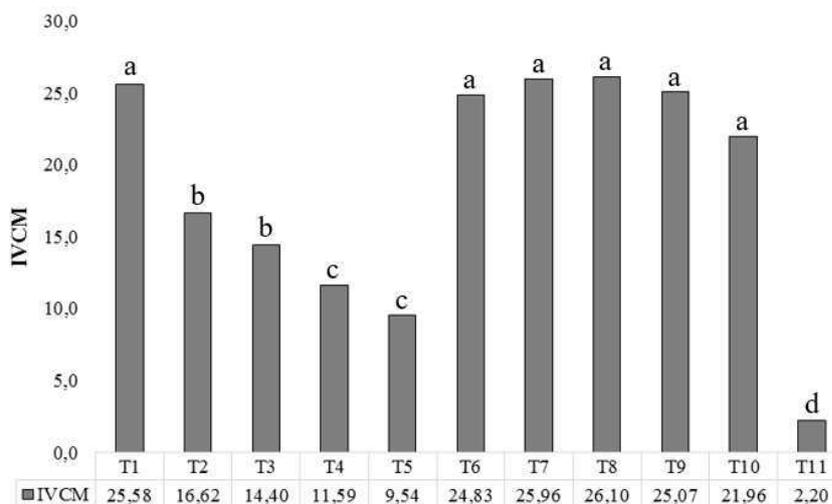
Aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (bilateral).

Constatou-se que o óleo de hortelã diferiu significativamente da testemunha e do fungicida em todas as concentrações utilizadas, tanto para a TCM, como para o IVCM

(Tabela 2 e Figura 1). O óleo de eucalipto, não apresentou diferença significativa entre a testemunha e as concentrações utilizadas, diferindo apenas do tratamento com o fungicida tanto para TCM, como para o IVCM (Tabela 2 e Figura 1).

**Figura 1.** Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *Macrophomina phaseolina* sob diferentes concentrações de óleos essenciais de hortelã e eucalipto, e do fungicida.

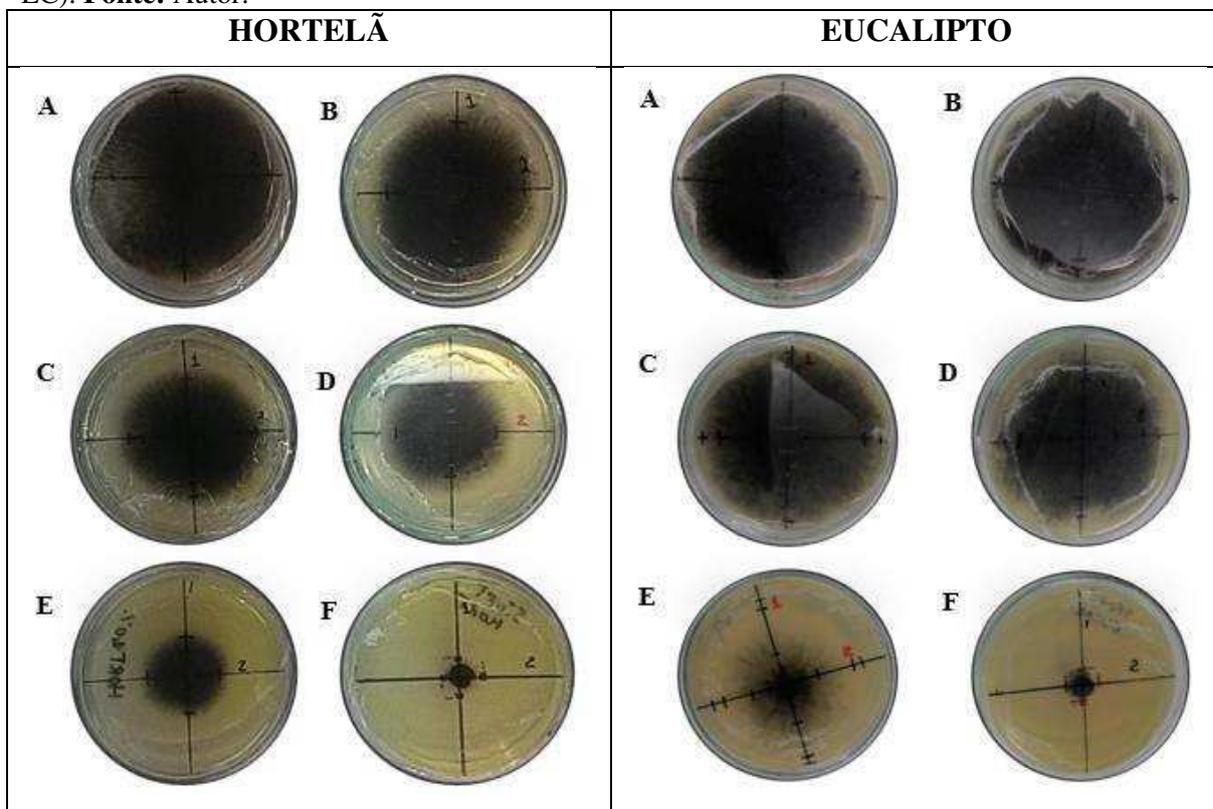
\*Aplicado o Teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.



As maiores concentrações dos óleos essenciais de hortelã e eucalipto apresentaram um percentual de TCM de 39,42 e 78,78%, respectivamente, diferindo significativamente do fungicida que apresentou uma TCM de 20,76%. Observa-se que mesmo utilizando concentrações iguais, o óleo de hortelã consegue reduzir pela metade o crescimento do fungo, aproximando-se do tratamento padrão com o fungicida (Tabela 2).

A figura 2 apresenta a comparação do crescimento micelial de *M. phaseolina* sob exposição a todos os tratamentos, tanto com óleo de hortelã quanto de eucalipto e ao fungicida, em todas as concentrações utilizadas. Observa-se que para o óleo essencial de hortelã a redução foi proporcional ao aumento gradativo das concentrações utilizadas, obtendo na maior concentração resultado semelhante ao obtido pelo fungicida. Porém o mesmo não é observado para o óleo de eucalipto, onde a redução foi praticamente nula, com exceção da maior concentração utilizada que obteve uma maior inibição do crescimento micelilal do fungo.

**Figura 2.** Comparação do crescimento micelial entre os tratamentos com óleos de Hortelã e Eucalipto, e a testemunha positiva para inibição do fungo. Pombal, UFCG, 2016. A: 0,0% - Testemunha Negativa; B: 0,4%; C: 0,6%; D: 0,8%; E: 1,0%; F: Testemunha Positiva (750  $\mu$ L L-1 de Sportak 450 EC). **Fonte:** Autor.

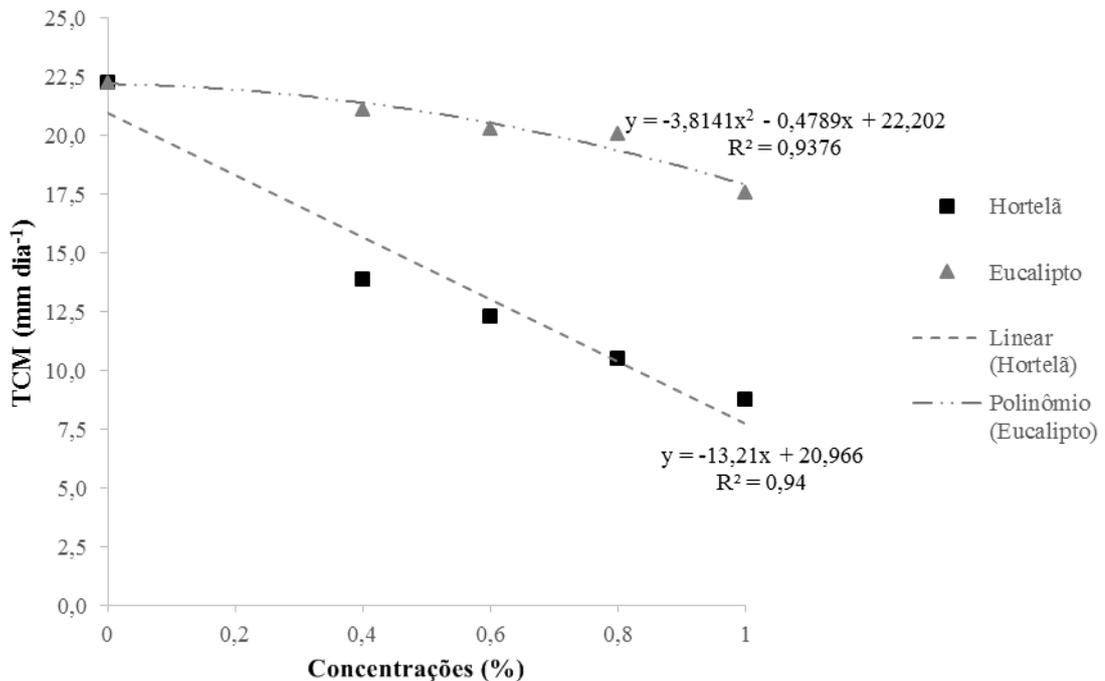


Os resultados deste estudo corroboram, com pesquisa realizada por Abdel-Kader et al. (2011), quando identificaram efeito do óleo de hortelã na redução do crescimento micelial do fungo, *Macrophomina phaseolina*, nas concentrações de 1,0, 2,0 e 4,0 % do óleo de hortelã. El-Mougy et al. (2007), reportaram que o óleo essencial de hortelã na concentração de 4,0 % tem efeito inibitório total no crescimento micelial da *M. phaseolina*, em testes *in vitro*. No mesmo sentido, estudos realizados por Sousa et al. (2012) e Carnellosi et al. (2009), também identificaram potencial fungitóxico sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*, de diferentes óleos essenciais, dentre eles o de hortelã.

Os resultados encontrados mostram que houve um efeito significativo do óleo de hortelã sobre o crescimento de *M. phaseolina*, porém o mesmo não ocorre para o óleo de eucalipto. Apesar dos compostos presentes no eucalipto terem sido relatados com ação fungicida e fungistática em diversos estudos para o controle de fitopatógenos, dentre eles *M. phaseolina* (DAWAR et al., 2007). Ainda são escassas informações na literatura com relação à forma mais eficaz de utilização do óleo, bem como, as doses/concentrações mais adequadas.

Constatou-se efeito significativo para interação entre os fatores óleos essenciais e concentrações ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) para a TCM (Figura 3).

**Figura 3.** Taxa de crescimento micelial (TCM) de *Macrophomina phaseolina* em função de diferentes concentrações dos óleos essenciais de hortelã e eucalipto.



Observa-se com relação às diferentes concentrações dos óleos, que para o eucalipto não houve diferenças significativas entre as concentrações de 0,0 a 0,8 %, vindo apresentar efetividade do efeito na redução da TCM apenas na concentração de 1%. A TCM para o óleo de eucalipto apresentou um efeito quadrático, atingindo maior redução no crescimento micelial, com 3,41 mm dia<sup>-1</sup> na concentração de 1,0%.

O óleo de hortelã esse comportamento diferiu, haja vista é possível verificar diferença do crescimento entre todas as concentrações utilizadas, havendo assim uma redução gradativa na TCM à medida que se aumenta a concentração. Neste sentido, ocorreu para a TCM decréscimo linear ao longo do aumento das concentrações do óleo, com redução de 13,21 mm dia<sup>-1</sup> em cada acréscimo unitário promovido.

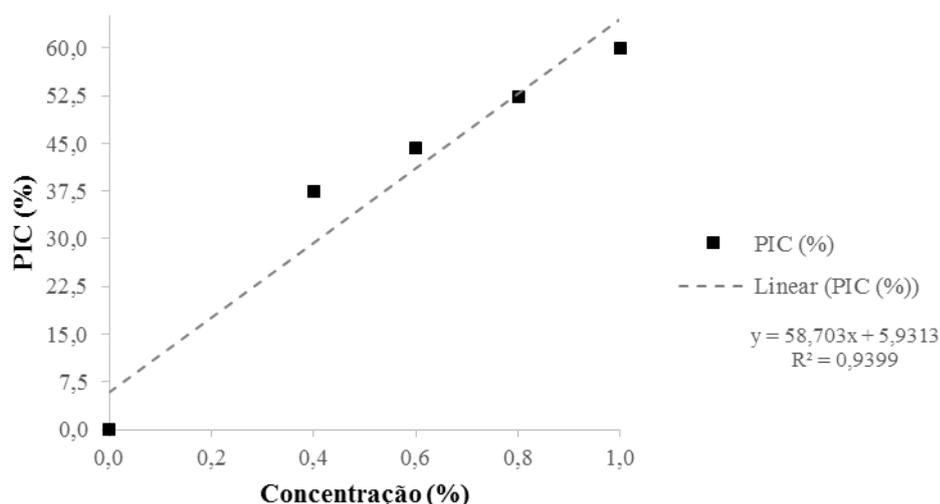
Portanto, é possível verificar que os óleos em suas diferentes concentrações se comportam de maneira distinta. Sendo o óleo da hortelã mais promissor no controle a ação fitopatogênica da *M. phaseolina*, no feijão-caupi, sendo sua ação regular e crescente a medida que se aumentam as concentrações do óleo essencial no meio (Figura 3).

Observou-se efeito linear crescente para a porcentagem de inibição do crescimento da *M. phaseolina* (PIC) ao longo do aumento das concentrações do óleo de hortelã. Com

incremento de 58,7% na inibição prevista a cada acréscimo unitário das concentrações (Figura 4).

Constatou-se que todos os tratamentos (concentrações), a base do óleo essencial de hortelã, promoveram inibição no crescimento micelial de *M. phaseolina*, com uma variação no percentual de inibição de 33,9% a 54,4% (0,4 e 1,0%, respectivamente). O potencial fungistático e fungicida demonstrado pelo óleo diferenciou-se entre a maior e menor concentração, entre a dose intermediária e a maior dose. A diferença do percentual de inibição do crescimento micelial (PIC) entre a maior e menor concentração foi de 20,5 %. (Figura 4).

**Figura 4.** Análise de regressão da inibição do crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* em função de diferentes concentrações do óleo essencial de hortelã.



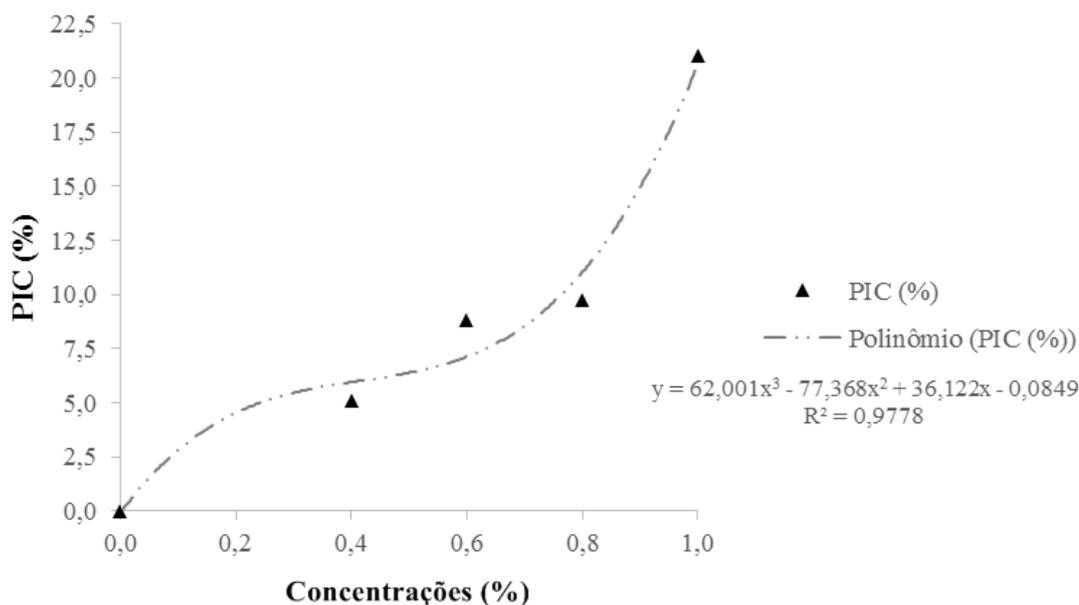
Os resultados encontrados, neste estudo, corroboram com pesquisas anteriores, em que também é verificada redução na PIC à medida que se aumentam as concentrações do óleo essencial de hortelã. Assim, Abdel-Kader et al. (2011) observaram os valores de 37,7, 56,4 e 85,5 % para as respectivas concentrações do óleo, 1,0, 2,0 e 4,0 %. Por sua vez, no presente estudo a concentração de 1,0 % apresentou inibição do crescimento micelial superior a de 2,0 % observada pelos autores supracitados.

Essa inibição é apresentada devido à variedade de fitoquímicos como mentol, acetato de mentilo, viridiflorol e ledol presentes em maior concentração nesse óleo essencial (AKGUL e KIVANC (1988). Ribeiro e Bedendo (1999), constataram que houve efeito inibitório sob *Colletotrichum gloeosporioides*, ao utilizar o extrato aquoso de folhas de hortelã incorporado ao BDA através da concentração de 200ppm. Khaledi et al. (2014), estudando a atividade

antifúngica de vários óleos essenciais contra *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina*, observaram que o óleo de *Mentha piperita* apresentou efeito inibidor do crescimento para ambos os fungos, de 100% na concentração de 2000ppm.

O óleo essencial de eucalipto, promoveu inibição no crescimento micelial de *M. phaseolina*, de forma efetiva, apenas na concentração de 1,0 %, com 31,54 %. De modo que o potencial fungistático e fungicida demonstrado pelo óleo, não se diferenciou nas demais concentrações (Figura 5). O que se pode observar é que apesar de existente, a ação inibitória do óleo é insignificante, uma vez que, mostrou-se inferior a menor concentração utilizada para o óleo de hortelã (Figura 4). Provavelmente as concentrações utilizadas não foram suficientes para mostrarem uma inibição satisfatória do fungo.

**Figura 5.** Análise de regressão da inibição do crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* em função de diferentes concentrações do óleo essencial de eucalipto.



Dawar et al. (2007), utilizando extrato aquoso de folhas, caule, casca e fruto de *Eucalyptus* sp., observaram inibição do crescimento de *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina* à medida que promovia o aumento percentual nas concentrações do extrato. Tal fato sugere que um aumento nas concentrações aplicadas pode vir a causar um efeito inibitório mais pronunciado no crescimento do fungo. O mesmo comportamento foi observado por Salgado et al. (2003), quando realizou estudo com óleos extraídos de diferentes espécies de eucalipto, os autores observaram que a inibição do crescimento micelial do fungo

acontecia a medida que a concentração da substância era aumentada. Comprovando a eficácia deste produto sobre o crescimento do patógeno.

Javaid e Rehman (2011), analisando a atividade antifúngica de extratos foliares de quatro árvores, entre elas *Eucalyptus citriodora* Roxb., no controle de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, demonstraram que estes extratos contém em sua composição componentes com atividade antifúngica para controle do respectivo fungo.

## 5. CONCLUSÕES

1. O óleo essencial de hortelã é um potencial inibidor de *M. phaseolina*. Pois reduziu o crescimento micelial do patógeno em todas as concentrações.
2. O óleo essencial de eucalipto não promoveu redução do crescimento micelial de *M. phaseolina* a partir das concentrações utilizadas, com exceção da concentração de 1% que apresentou uma leve redução.
3. A concentração de 1,0% para ambos os óleos foi a que apresentou maior inibição do crescimento micelial do patógeno.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABAWI, G.S.; PASTOR-CORRALES, M.A. Root rots of bean in Latin America and Africa: diagnosis, research methodologies and management. Diagnóstico da patologia de sementes de caupi: *Vigna unguiculata* **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 40, n.1, p 197-203, 1997.
- ABDEL-KADER, MOKHTAR; EL-MOUGY, NEHAL; LASHIN, SIRAG. Essential oils and *Trichoderma harzianum* as an integrated control measure against faba bean root rot pathogens. **Journal of Plant Protection Research**, v. 51, n. 3, p. 306-313, 2011.
- ALMEIDA, L. F. R., FREI, F., MANCINI, E., MARTINO, L., DE FEO, V. Phytotoxic activities of Mediterranean essential oils. **Molecules**, v.15, n.6, p.4309-4323, 2010.
- ARAÚJO, E. Diagnóstico da patologia de sementes de caupi: *Vigna unguiculata* (L.) Walp. , no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.7, p.91-103, 1985.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. Doenças do feijão caupi. In: CARDOSO, M.J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p.120-145.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F.M.P.; FREIRE FILHO, F.R.; MORAES, S.M.D. **Microrganismos associados às sementes de feijão caupi com ênfase à presença de *Macrophomina phaseolina***. Teresina: EMBRAPA, CPAMN, 1998. 8p. (EMBRAPA CPAMN. Comunicado Técnico, 88).
- AZEVEDO, L. F.; OLIVEIRA, T. P.; PORTO, A. G. & SILVA, F. A capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil. **Artigo do XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, RJ**, p.04-05, 2008.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D. & IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils - A review. **Food and chemical toxicology**, v.46, n.2, p.446-475, 2008.
- BATISH, D. R.; SINGH, H.P.; KOHLI, R.K.; KAUR, S. Eucalyptus essential oil as natural pesticide. **Forest Ecology and Management**, v.256, n.12, p.2166-2174, 2008.
- BRUM, R. **Efeito de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos**. Gurupi, 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins (UFT).
- CARNELOSSI, P.R.; SCHUWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E.S.; ITAKO, A.T.; MESQUINI, R.M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.4, p.399-406, 2009.
- COELHO NETO, R. A. **Metodologia e avaliação da resistência de feijoeiro a podridão cinzenta do caule, em laboratório e casa-de-vegetação**. Viçosa, 1994. 54p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa (UFV).
- COIMBRA, J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. D. S.; SOUSA, C. D. S. & RIBEIRO, F. L. B. Toxicity of plant extracts to *Scutellonema bradys*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1209-1211, 2006.

DAWAR, S. H. A. H. N. A. Z., YOUNUS, S. M., TARIQ, M. A. R. I. U. M., & ZAKI, M. J. Use of *Eucalyptus* sp., in the control of root infecting fungi on mung bean and chick pea. **Pak. J. Bot.**, v.39, n.3, p.975-979, 2007.

DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Biology and pathology of *Macrophomina phaseolina***. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1978. 166p.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERREIRA, L. D. R.; ARIEIRA, J. D. O.; MIGUEL, E. G.; DONEGA, M. A. & RIBEIRO, R. C. F. Atividade do óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Azadirachta indica* no controle de *Colletotrichum acutatum* em morangueiro. **Summa phytopathologica**, v. 36, n.3, p.228-232, 2010.

DINIZ, S. P. S. S.; COELHO, J. S.; ROSA, G. S.; SPECIAN, V.; OLIVEIRA, R. C. & OLIVEIRA, R. R. Bioatividade do óleo essencial de *Mentha arvensis* L. no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, p.9-11, 2008.

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; RIBASKI, J. Eucalipto no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 42 p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 276; Embrapa Florestas. Documentos, 297).

EDGINTON, L. V.; KHEW, K. L.; BARRON, G. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. **Phytopathology**, v.62, n.7, p.42-44, 1971.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil (1985 a 2014): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 30/03/2017.

EMBRAPA MEIO NORTE, 2016. **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina - Piauí: Embrapa Meio Norte, 2016. Disponível em: <[ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156725/1/Cap1a12.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156725/1/Cap1a12.pdf)>. Acesso em: 10/03/2017. Embrapa/CPATU, 1994. 24 p. (Documentos, 75).

FAO (2015). FAOSTAT. **Crops. Cow peas, dry**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 10/03/2017.

FARR, D. F., ROSSMAN, A. Y., PALM, M. E. & MCCRAY, E. B. **Fungal databases, 2008**. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/index.cfm>>. Acesso em: 04 jan. 2017.

FONSECA, M. C. M.; LEHNER, M. D. S.; GONÇALVES, M. G.; JÚNIOR, P.; SILVA, A. F.; BONFIM, F. P. G. & PRADO, A. L. Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, p.45-50, 2015.

FREIRE FILHO, F. R., RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M., SILVA, K.; NOGUEIRA, M. S. R. & RODRIGUES, E. V. Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. **IV Reunião de**, 2011.

FREIRE, M. M. Composição e atividade antifúngica do óleo essencial de hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.). 2006. 67 f. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FROTA, A. B.; PEREIRA, P. R. Caracterização da produção de feijão-caupi na região Meio-Norte do Brasil. **A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte**, v.28, p.9-25, 2000.

GUPTA, GIRISH K.; SHARMA, SUSHIL K.; RAMTEKE, RAJKUMAR. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of phytopathology**, v.160, n.4, p.167-180, 2012.

HENDRY, E. R.; WORTHINGTON, T.; CONWAY, B. R. & LAMBERT, P. A. Antimicrobial efficacy of eucalyptus oil and 1, 8-cineole alone and in combination with chlorhexidine digluconate against microorganisms grown in planktonic and biofilm cultures. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v.64, n.6, p.1219-1225, 2009.

HUSSAIN, A. I.; ANWAR, F.; NIGAM, P. S.; ASHRAF, M. & GILANI, A. H. Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four *Mentha* species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n.11, p.1827-1836, 2010.

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, p.603-608, 2000.

JAVAID, ARSHAD; REHMAN, HAFIZA ASMA. Antifungal activity of leaf extracts of some medicinal trees against *Macrophomina phaseolina*. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.5, n.13, p.2868-2872, 2011.

KAUR, S., SINGH, H. P., MITTAL, S., BATISH, D. R., & KOHLI, R. K. Phytotoxic effects of volatile oil from *Artemisia scoparia* against weeds and its possible use as a bioherbicide. **Industrial Crops and Products**, v.32, n.1, p.54-61, 2010.

KHALEDI, NIMA; TAHERI, PARISSA; TARIGHI, SAEED. Antifungal activity of various essential oils against *Rhizoctonia solani* and *Macrophomina phaseolina* as major bean pathogens. **Journal of applied microbiology**, v.118, n.3, p. 704-717, 2015.

KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L. **Óleos essenciais e sua extração por arraste a vapor**. Embrapa - CTAA, Rio de Janeiro, 1991. 24p.

KORDALI, S., ÇAKIR, A., AKCIN, T. A., METE, E., AKCIN, A., AYDIN, T., & KILIC, H. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan.(Asteraceae). **Industrial crops and products**, v.29, n.2, p.562-570, 2009.

LIBERATO, M. C. Feijão. In: **Enciclopédia Verbo Luso-Brasileira da cultura**. Edição século XXI, vol. 1, Ed. Verbo, 1999.

MAGALHÃES, A.A.; CHOUDHURY, M.M.; MILLAR, A.A.; ALBUQUERQUE, M.M. Efecto del deficit de agua en el suelo en el ataque de *Macrophomina phaseolina* en frijol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.407-411, 1982.

MENEZES, M., MACHADO, A. L. M., DA SILVEIRA, M. D. C. V., & DA SILVA, R. L. X. Biocontrole de *Macrophomina phaseolina* com espécies de *Trichoderma* aplicadas no

tratamento de sementes de feijão e no solo. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.1, p.133-140, 2013.

MICHEREFF, SAMI J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, MARIA. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Universidade Federal e Rural de Pernambuco, 2005.

NASCIMENTO, S. M. C.; CARVALHO, E. A.; WARWICK, D. R. N.; PALHETA, J. G.; SANTOS, T. P. F. Inibição do crescimento micelial de *Thielaviopsis paradoxa* por óleos vegetais. In: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS, 5., 2013, Belém, PA. A importância da tecnologia e do empreendedorismo no desenvolvimento amazônico. Belém, PA: UFRA, 2013.

NORONHA, M. A.; GONÇALVES, S. R.; SILVA, H. K.; SILVA, K. J. D. Influência da concentração de inóculo de *Macrophomina phaseolina* na severidade da doença em genótipos de feijão-caupi. **Tropical Plant Pathology**, v.35, supl., S147, 2010.

OLIVEIRA, J.A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes e no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) e pimentão (*Capsicum annum* L.)**. 1991. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitossanidade) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B. D. & CAJAZEIRA, J. P. Use of essential oils in agriculture. **Journal of biotechnology and biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 162-175, 2013.

PEDROSO, C. Incidência, controle de doenças de feijão-vagem e anatomia e histoquímica de *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* resistentes e suscetíveis ao oídio (*Erysiphe polygoni*). 2012.

PEREIRA, J. L. **Composição química dos óleos essenciais de espécies de *Eucalyptus* L'Herit (Myrtaceae)**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F.M. Doenças do caupi. In: KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; RESENDE, J.A.M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3ed. São Paulo: Ceres, 1997. v.2, p.233-244.

POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, R. S.; SILVA, J. F. A. F. **Principais doenças do**

PONTE, J.J. **Clínica de doenças de plantas**. Fortaleza: EUFC, 1996. 605 p.

RIBEIRO, L.F.; BEDENDO, I.P. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* - agente causal da podridão de frutos de mamoeiro. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, Supl, p.1267-1271, 1999.

RIOS, G.P. Doenças fúngicas e bacterianas do caupi. In: ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA, EMBRAPA, 1988. p.549-589.

ROCHA, M. DE M.; CARVALHO, K. J. M.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I, S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 270-275, 2009

RODRIGUES, V. J. L. B.; MENEZES, M.; COELHO, R. S. B; MIRANDA, P. Identificação de fontes de resistência em genótipos de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers.) a *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid., em condições de casa-de-vegetação. **Summa Fitopathologica**, v.23, p.170-172, 1997.

SHARMA, NEETA; TRIPATHI, ABHISHEK. Effects of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. **Microbiological Research**, v. 163, n. 3, p. 337-344, 2008.

SILVA, J. L.; TEIXEIRA, R. N. V.; SANTOS, D. I. P. & PESSOA, J. O. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatógenos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.1, p.80-86, 2012.

SOUSA, R. M. S; SERRA, I. M. R. S; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. *Summa Phytopathologica*, v.38, n.1, p.42-47, 2012.

VAZ, A. P. A.; JORGE, M. H. A. Hortelã. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 1p. (**Plantas medicinais, codimentares e aromáticas**). Folder Formato Eletrônico.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. 2003.