



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**ATIVIDADE FUNGICIDA DE TRIAZÓIS OBTIDOS A PARTIR DE GLICEROL  
SOBRE *Colletotrichum gloeosporioides***

**EDIELLEN MAYARA CORRÊA GOMES**

ALEGRE – ES  
2014

**EDIELLEN MAYARA CORRÊA GOMES**

**ATIVIDADE FUNGICIDA DE TRIAZÓIS OBTIDOS A PARTIR DE GLICEROL  
SOBRE *Colletotrichum gloeosporioides***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração Fitossanidade/Fitopatologia.

ALEGRE – ES  
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

G633a Gomes, Ediellen Mayara Corrêa, 1988-  
Atividade fungicida de triazóis obtidos a partir de glicerol sobre  
Colletotrichum gloeosporioides / Edielle Mayara Corrêa Gomes. –  
2014.  
71 f. : il.

Orientador: Waldir Cintra de Jesus Junior.

Coorientadores: Adilson Vidal Costa ; Vagner Tebaldi de Queiroz.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Mamão. 2. Antracnose. 3. Controle químico. 4. Fungicidas.  
I. Jesus Junior, Waldir Cintra de. II. Costa, Adilson Vidal. III. Queiroz,  
Vagner Tebaldi de. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro  
de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

---

**EDIELLEN MAYARA CORRÊA GOMES**

**ATIVIDADE FUNGICIDA DE TRIAZÓIS OBTIDOS A PARTIR DE GLICEROL  
SOBRE *Colletotrichum gloeosporioides***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração Fitossanidade/Fitopatologia.

**APROVADA: 16 de setembro de 2014.**



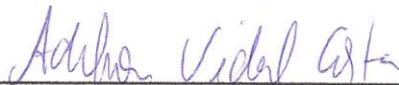
---

D. Sc. Willian Bucker Moraes  
CCA-UFES (Membro interno)



---

D. Sc. Helcio Costa  
Incapar (Membro externo)



---

D. Sc. Adilson Vidal Costa  
CCA-UFES (Co-orientador)



---

D. Sc. Waldir Cintra de Jesus Junior  
UFSCar (Orientador)

## **Ofereço**

A Deus inesgotável fonte de luz, fé e esperança, ao meu pai, Raimundo Afonso da Silva Gomes (*in memoriam*), e ao meu tio José Raimundo Corrêa Rodrigues (*in memoriam*) por terem me ensinado a ser forte, e por terem me amado até o fim de suas vidas.

*“A capacidade de sonhar sempre foi o grande segredo daqueles que mudaram o mundo. Os sonhos alimentam a alma e dão asas a inteligência. É no solo fértil da memória onde semeamos os sonhos que farão grande diferença em nossa existência. Os sonhadores mudaram a história da humanidade. Eles fizeram da derrota, o pódio para a vitória; das críticas, o palco, de onde receberam os aplausos. Sonhos perseguidos com perseverança, sempre acabam em realidade.”*  
(Augusto Cury)

## **Dedico**

A minha mãe Vanda Lúcia Corrêa, por todo amor, apoio e exemplo de caráter e personalidade que sempre me deu, e principalmente por não ter medido esforços para que pudesse alcançar meus sonhos e metas.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus** que em sua benignidade e sabedoria, me deu paciência, força e perseverança para vencer todos os obstáculos impostos no transcorrer desta caminhada.

A minha mãe Vanda Lúcia Corrêa pelo apoio e incentivo.

Aos meus irmãos (Ellen, Edson, Edgar, Thiago) e demais familiares pelo incentivo.

Ao meu orientador professor D. Sc. Waldir Cintra de Jesus Junior pelo apoio, dedicação, amizade e confiança depositada.

Aos professores D. Sc. Adilson Vidal Costa e Vagner Tebaldi de Queiroz pela coorientação, apoio, amizade, colaboração, confiança, esclarecimentos e sugestões.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES).

Ao Noelison Vitorino por todo amor, apoio, incentivo, compreensão e ajuda.

Aos amigos do laboratório de Fitopatologia, principalmente Tatiane Paulino, Rodolfo Mendonça, Márcia Varela, Regina Gonçalves, Arêssa Correia, Mariana Fonseca, Lucimara Venial pela ajuda, força e amizade.

Ao MSc. Joseli Tatagiba pela colaboração e sugestões.

A todos os amigos que me ajudaram direta ou indiretamente, especialmente Diego Silva, Marcos Pereira, Sanderléia Oliveira agradeço imensamente pela solicitude prestada.

Aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Aos membros da banca examinadora.

Agradeço a todos que contribuíram para que este trabalho tivesse sucesso. Obrigado por tudo.

## **BIOGRAFIA**

EDIELLEN MAYARA CORRÊA GOMES, filha de Raimundo Afonso da Silva Gomes e Vanda Lúcia Corrêa, nasceu em Macapá - AP, em 03 de agosto de 1988. Em dezembro de 2011, graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado do Amapá (UEAP), Macapá - AP.

Em agosto de 2012, ingressou no Programa de Mestrado em Produção Vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, sob orientação do Professor Waldir Cintra de Jesus Junior concentrando seus estudos na Área de Fitossanidade/Fitopatologia, submetendo-se a defesa de dissertação em 16 de setembro de 2014.

## RESUMO

GOMES, Ediellen Mayara Corrêa. Universidade Federal do Espírito Santo, setembro de 2014. **Atividade fungicida de triazóis obtidos a partir de glicerol sobre *Colletotrichum gloeosporioides***. Orientador: D. Sc. Waldir Cintra de Jesus Junior. Co-orientadores: D. Sc. Adilson Vidal Costa e D. Sc. Vagner Tebaldi de Queiroz.

A antracnose é responsável por significativos danos no pós-colheita em frutos de mamão, ocasionando expressivas perdas aos produtores. Desta forma, objetivou-se avaliar a eficiência de novas moléculas fungicidas do grupo dos triazóis obtidas a partir de glicerol no manejo *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 18x5+1 (17 moléculas inéditas de triazóis (T1 a T17), 1 fungicida comercial (tebuconazol), cinco concentrações e uma testemunha adicional, com cinco repetições por tratamento. Para avaliar o efeito das moléculas no crescimento micelial e esporulação do fungo foi empregado o método de incorporação de cada molécula ao meio de cultura batata-dextrose-água nas concentrações de 1, 10, 100, 500 e 1000 ppm. Com base nos resultados obtidos foi observada diferença significativa entre os tratamentos e concentrações tanto para o crescimento micelial quanto esporulação, sendo que quanto maior a concentração testada maior o efeito fungistático e/ou fungicida dos compostos triazólicos. O efeito inibitório dos fungicidas foi maior sobre a esporulação do que no crescimento micelial, sendo os triazóis T12 e T14 os mais eficazes, havendo inibição completa do patógeno a partir das concentrações de 414,17 e 393,79 ppm, respectivamente. É válido ressaltar que além destes os triazóis T11, T16 e T17 também apresentaram completa inibição do patógeno em concentrações acima de 500 ppm, merecendo ser também estudados em experimentos futuros *in vivo*. Os valores médios de ED50 e ED100 foram menores para esporulação em relação ao crescimento micelial, demonstrando a eficiência antiesporulante dos novos triazóis sintetizados a partir do glicerol. Assim, conclui-se que compostos com anel 1,2,3-triazol sintetizados a partir do glicerol possuem atividade fungicida sobre *C. gloeosporioides*, sendo promissores para o manejo da antracnose em mamoeiro.

**Palavras-chave:** *Carica papaya*, antracnose, controle químico, fungicidas.

## ABSTRACT

GOMES, Ediellen Mayara Corrêa. University Federal of Espírito Santo, september 2014. **Activity fungicidal triazoles obtained from glycerol on *Colletotrichum gloeosporioides***. Advisor: D. Sc. Waldir Cintra Jesus Junior. Co-advisors: D. Sc. Adilson Costa Vidal and D. Sc. Tebaldi Vagner Queiroz.

Anthrachnose is responsible for significant damage in the post-harvest fruit papaya, causing significant economic losses to producers. So, it was evaluated the efficiency of new molecules triazole fungicides group derived from glycerol on *in vitro* handling of *Colletotrichum gloeosporioides*. The experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial 18x5 + 1 (17 unreleased triazole molecules (T1 to T17), 1 commercial fungicide (tebuconazole), five concentrations and an additional treatment, with five repetitions for treatment. In order to evaluate the effect of the molecules on fungal mycelial growth and sporulation was applied the method of incorporation of each molecule to growth medium potato dextrose agar in concentrations of 1, 10, 100, 500 and 1000 ppm. Based on the results obtained, it was observed significant difference between treatments and concentrations for both the mycelial growth and sporulation, the higher was the highest concentration tested fungistatic effect and / or the fungicidal triazole compounds. The inhibitory effect of fungicides on sporulation was higher than in mycelial growth, with the most effective T12 and T14 triazoles, with complete inhibition of the pathogen from the concentrations of 414.17 and 393.79 ppm, respectively. It is worth noting that the addition of these T11, T16, T17 triazoles also showed complete inhibition of the pathogen at concentrations above 500 ppm, also deserve to be studied in future *in vivo* experiments. Mean ED50 ED100 and sporulation were lower relative to the mycelial growth, demonstrating the efficiency of the new triazoles antsporulant synthesized from glycerol. Thus, it is concluded that compounds with 1,2,3-triazole ring synthesized from glycerol possess fungicidal activity of *C. gloeosporioides*, being promising for the management of anthracnose on papaya.

**Keywords:** *Carica papaya*, anthracnose, chemical control, fungicides.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Fungicidas registrados no Brasil para antracnose no mamoeiro. ....	26
<b>Tabela 2</b> – Valores médios do crescimento micelial (cm) de <i>C. gloeosporioides</i> . CCA-UFES, Alegre, ES, 2014. ....	39
<b>Tabela 3</b> – Concentração inibitória de 50% (ED50) e 100% (ED100) do crescimento micelial de <i>C. gloeosporioides</i> . CCA-UFES, Alegre, ES, 2014. ....	46
<b>Tabela 4</b> – Valores médios de esporos.mL <sup>-1</sup> de <i>C. gloeosporioides</i> . CCA-UFES, Alegre, ES, 2014. ....	48
<b>Tabela 5</b> – Concentração inibitória de 50% (ED50) e 100% (ED100) da esporulação de <i>C. gloeosporioides</i> . CCA-UFES, Alegre, ES, 2014. ....	54

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Exemplo de estruturas das duas classes de triazóis. Fonte: Melo et al. (2006).....28
- Figura 2** – Estrutura química do ergosterol. Fonte: Santos et al. (2008). .....30
- Figura 3** – Ilustração das moléculas de ingredientes ativos de fungicidas comerciais do grupo triazóis. Fonte: Adaptado de FRAC (2014) .....32
- Figura 4** – Ilustração da obtenção do isolado de *C. gloeosporioides*. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014. ....34
- Figura 5** – Porcentagem de inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* submetido a diferentes concentrações de fungicidas do grupo químico triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.....41
- Figura 6** – Porcentagem de inibição da esporulação de *C. gloeosporioides* submetido a diferentes concentrações de fungicidas do grupo químico triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.....50

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	12
1.2 HIPÓTESE .....	13
1.3 OBJETIVO GERAL .....	14
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE <i>Carica papaya</i> L. ....	15
2.2 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MAMOEIRO .....	15
2.3 PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DO MAMOEIRO .....	17
2.4 ANTRACNOSE DO MAMOEIRO .....	18
2.5 CARACTERÍSTICAS DE <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	21
2.6 MANEJO DA ANTRACNOSE .....	22
2.7 IMPORTÂNCIA DO CONTROLE QUÍMICO .....	23
<b>2.7.1 Controle químico da antracnose</b> .....	<b>24</b>
2.8 TRIAZÓIS.....	27
2.9 MODO DE AÇÃO DE FUNGICIDAS TRIAZÓIS .....	29
2.10 FUNGICIDAS COMERCIAIS DO GRUPO DOS TRIAZÓIS.....	31
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
3.1 LOCAL DE EXECUÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	33
3.2 OBTENÇÃO DO ISOLADO DE <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	33
3.3 OBTENÇÃO DOS COMPOSTOS TRIAZÓLICOS .....	35
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	35
3.5 SENSIBILIDADE DO CRESCIMENTO MICELIAL AOS TRIAZÓIS ....	35
3.6 SENSIBILIDADE DA ESPORULAÇÃO AOS TRIAZÓIS .....	36
3.7 ANÁLISE DA DOSE EFETIVA (ED) E EFICIÊNCIA .....	37
3.8 ANÁLISE DE DADOS .....	38
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>39</b>
4.1 SENSIBILIDADE DO CRESCIMENTO MICELIAL AOS TRIAZÓIS ....	39
4.2 SENSIBILIDADE DA ESPORULAÇÃO AOS TRIAZÓIS .....	48
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>57</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>58</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se em posição de destaque na produção mundial de frutas, sendo o terceiro produtor mundial, atrás apenas da China e da Índia (FAO, 2014). Dentre as frutíferas mais exploradas no país está o mamoeiro, sendo o Estado do Espírito Santo o segundo maior produtor nacional, o que se deve, em parte, à elevada produtividade agrícola de seus pomares e à oferta de produtos de melhor qualidade ao consumidor (IBGE, 2014).

A fruta é usada como fonte importante de papaína, enzima proteolítica de ação semelhante à da pepsina e tripsina, empregada para os mais variados usos nas indústrias têxteis, farmacêutica, de alimentos e de cosméticos. Das folhas, dos frutos e das sementes do mamoeiro é extraído também um alcalóide denominado carpaína, utilizado como ativador cardíaco. Além disso, o mamão é boa fonte de cálcio e excelente fonte de pró-vitamina A e de ácido ascórbico (vitamina C), sendo que o teor deste último aumenta com a maturação do fruto (TRINDADE, 2000).

A maioria dos cultivos agrícolas está sujeita a diversas doenças causadas por um conjunto amplo de patógenos. Neste aspecto, os produtores de mamão necessitam superar uma série de problemas, especialmente os de natureza fitossanitária para obter máxima produção e possibilitar aumento das exportações (REZENDE; MARTINS, 2005; TRIGIANO et al., 2010).

O mamão mesmo na fase pós-colheita necessita de tratamento fitossanitário, principalmente os destinados à exportação, tendo em vista o controle de inúmeras doenças, mas em especial a antracnose, a qual causa significativos danos nesta fase. De acordo com o Incaper (2014) os procedimentos de controle pós-colheita irão depender das exigências impostas pelos países importadores, no entanto em geral o controle químico associado a outro método de controle é o mais usual no manejo tanto da antracnose quanto das demais doenças.

Os agrotóxicos são compostos amplamente utilizados no manejo de doenças, possuindo ação protetora, curativa e sistêmica. Seu grande uso deve-se ao efeito em curto prazo, quando utilizados de forma adequada.

Tendo em vista a importância do manejo da antracnose, em função dos danos e perdas resultantes do ataque a frutos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência *in vitro* de novos produtos fungicidas a base de triazol obtidos a partir da síntese do glicerol sobre o patógeno *Colletotrichum gloeosporioides*.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da população mundial, a busca por tecnologias inovadoras para o aumento da produção de alimentos torna-se necessária. Tais tecnologias visam contornar alguns fatores limitantes à produção agrícola, como por exemplo, as doenças, as quais são responsáveis por 30% dos danos na produção agrícola em nível mundial, sendo estas maiores em países em desenvolvimento, onde grande parte da população dedica-se à exploração da agricultura (AGRIOS, 2005; PARREIRA; NEVES; ZAMBOLIM, 2009; AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

Das diversas doenças fúngicas que acometem a cultura do mamoeiro, a antracnose é uma das principais causas de danos e perdas econômicas, principalmente na fase de pós-colheita. De maneira geral, por ser uma doença complexa, onde há grande variabilidade entre isolados, o manejo eficiente torna-se um desafio para produtores. Devido a isso, vários métodos para o manejo desta doença são recomendados e o mais comum é o uso de agrotóxicos que, comparado às outras estratégias de manejo, é na maioria das vezes o mais eficiente.

O controle químico comumente propicia resultados efetivos, porém, a não observância de dosagens, o desrespeito ao período de carência e o uso de princípios ativos não registrados para a cultura, propiciam risco de surgimento de estirpes resistentes do patógeno que se deseja controlar, além de risco à saúde humana e prejuízos ao ambiente. Diante disso, devem-se respeitar as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e pelos fabricantes, observando-se os períodos corretos de aplicação dos agrotóxicos.

Dentre os fungicidas largamente utilizados para o manejo de doenças em plantas têm-se os fungicidas orgânicos do grupo químico dos triazóis possuindo na maioria de seus compostos a ação sistêmica acropetal, sendo formados pela adição de diferentes radicais em sua estrutura lateral. Os produtos pertencentes a este grupo químico de fungicidas são eficientes no manejo de inúmeras doenças devido seu grau de especificidade na célula fúngica e a indução de resistência no hospedeiro (ZAMBOLIM, 2008; ZHANG, et al., 2014).

As características dos triazóis relatadas sinalizam o quanto ainda há de potencial a ser desenvolvido para este grupo de substâncias, em vista de estudos químico-sintéticos e fitopatológicos. Novos compostos, mais ativos e mais seletivos são temas importantes ainda a serem estudados. Neste âmbito, incluem-se os objetos de interesse desta dissertação. Sendo assim, a síntese de novos fungicidas é de substancial importância para aperfeiçoar o controle químico no manejo integrado de doenças em plantas.

O glicerol, subproduto na síntese do biodiesel, é considerado sério problema ambiental quando produzido em grande escala (SOUZA; SEABRA, 2014; COSTA et al., 2014). Desta maneira, é essencial buscar alternativas para a utilização desse excedente. Assim, uma das formas encontradas para o aproveitamento do glicerol, neste estudo, foi a síntese de novos fungicidas do grupo químico triazol, agregando valor ao subproduto.

Neste contexto, com o intuito de somar esforços à destinação adequada do glicerol e ao manejo da antracnose, hipotetizou-se a possibilidade de avaliar o efeito de novos compostos fungicidas a base de 1,2,3-triazol sintetizados a partir do glicerol com a finalidade de controlar o patógeno *C. gloeosporioides*, agente causal da antracnose no mamoeiro, visando futuramente o manejo da doença.

## 1.2 HIPÓTESE

Os compostos 1,2,3-triazol sintetizados a partir do glicerol possuirão atividade fungicida sobre *Colletotrichum gloeosporioides*.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência *in vitro* de compostos 1,2,3-triazol obtidos a partir do glicerol sobre o desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides*.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Buscar novos compostos fungicidas para o manejo da antracnose;  
Avaliar o efeito de diferentes concentrações de fungicidas triazóis;  
Avaliar a atividade inibitória de fungicidas triazóis sobre o crescimento micelial do patógeno;  
Avaliar o efeito inibitório de fungicidas triazóis sobre a esporulação do patógeno; e  
Realizar o cálculo da dose efetiva (ED).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE *Carica papaya* L.

A família Caricaceae possui cinco gêneros (*Carica*, *Jacaratia*, *Cylicomorpha*, *Jarilla* e *Horovitzia*), que abrangem 35 espécies, nativas da zona neotropical, sendo o mamoeiro (*Carica papaya* L.) a espécie mais cultivada, devido suas características comerciais (SIMÃO, 1998; COSTA; PACOVA, 2003).

O mamoeiro tem como centro de origem o noroeste da América do Sul, vertente oriental dos Andes, mais precisamente a Bacia Amazônica Superior, onde sua diversidade genética é máxima. Pertence a classe Dicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Violales, subordem Caricineae, família Caricaceae e gênero *Carica* (DANTAS et al., 2003; COSTA; PACOVA, 2003; VAN DROOGENBROECK et al., 2004). A cultura desenvolve-se satisfatoriamente em locais com temperatura média anual de 25°C, com limites entre 21°C e 33°C, e precipitação pluviométrica de 1.500 mm anuais bem distribuída (SERRANO; CATTANEO, 2010).

Conforme o tamanho e a origem dos frutos, os mamoeiros ginóico-andromóicos (hermafroditas) podem ser classificados em dois grupos distintos, sendo eles 'Solo' e 'Formosa', que abrigam as variedades comerciais mais cultivadas. As cultivares do grupo 'Solo' são comercializadas no mercado interno e externo, enquanto as do grupo 'Formosa' apenas no mercado interno (COSTA; PACOVA, 2003; DIAS, 2007; DIAS; OLIVEIRA; DANTAS, 2011; EMBRAPA, 2014).

### 2.2 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MAMOEIRO

É considerada como uma das fruteiras mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Seus frutos, conhecidos como mamão ou papaya são excelentes fontes de cálcio, pró-vitamina A e vitamina C (ácido ascórbico), por isso são amplamente utilizados em dietas alimentares (MELO et al., 2007; SERRANO; CATTANEO, 2010).

É válido ressaltar que a fruta pode ser consumida “*in natura*”, pré-cortada, minimamente processada ou nas formas de doces, compotas, geleias, fruta cristalizada, servindo ainda como matéria prima para diversos produtos nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, o que permite ao consumidor uma infinidade de produtos (FOLEGATTI; MATSUURA, 2003; IBRAF, 2009).

A cultura foi plantada a nível comercial em 65 países no ano de 2013. A participação brasileira na produção mundial de mamão é da ordem de 17,64%, com um volume aproximado de 1,8 milhões de toneladas de frutos por ano, o que torna o país o segundo maior produtor mundial, ficando atrás somente da Índia, com cerca de 5,2 milhões de toneladas, e o terceiro maior exportador da fruta, com 28,9 milhões toneladas, apresentando um valor da produção estimado em US\$ 777 milhões. O mamão é a sétima fruta “*in natura*” mais exportada no País, sendo cultivado em aproximadamente 35 mil ha, caracterizando-o como o terceiro maior em área cultivada e colhida, que estão concentradas nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio Grande do Norte e Ceará (IBGE, 2014; FAO, 2014).

Além de sua importância econômica, deve ser ressaltado o aspecto social, como fonte de alimentação, geração de produtos de alto valor comercial, excelentes perspectivas de mercado interno e externo, sendo gerador de empregos (direto e indireto) e renda, absorvendo mão de obra durante o ano todo, pela constante necessidade de manejo, tratamentos culturais, colheita e comercialização, efetuados de maneira contínua nas lavouras, pois os plantios são renovados, em média, a cada três anos (QUEIROZ, 2009).

O mamoeiro vem se destacando como a principal frutífera cultivada no Estado do Espírito Santo, tendo uma área de cerca de 7 mil ha e produção de 484.645 toneladas, que fazem do Estado o segundo centro de produção desta cultura, atrás somente da Bahia com 12 mil ha e produção de 683.474 toneladas. No entanto, é o maior exportador de frutos e primeiro na produção do mamão formosa, respondendo por quase um terço da produção nacional (IBGE, 2014).

## 2.3 PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DO MAMOEIRO

As doenças na cultura do mamoeiro destacam-se por acarretarem severas perdas econômicas na produção, comercialização e exportação de frutas *in natura*, podendo chegar, em alguns casos, a 100% (VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003). As doenças causadas por fungos ocorrem em diversas fases de desenvolvimento do mamoeiro e em diferentes órgãos da planta. De acordo com Mendes e Urben (2012) em território brasileiro há ocorrência de 46 gêneros de fungos causando doenças em mamoeiro.

As principais doenças relatadas em literatura são: antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*); varíola ou pinta-preta (*Asperisporium caricae*); oídio (*Oidium caricae*); deterioração-interna-da-fruta (*Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp.); mancha-de-alternaria (*Alternaria alternata*); mancha-chocolate (*Colletotrichum gloeosporioides*); mancha-de-guignardia (*Guignardia* sp.); mancha-de-stemphylium (*Stemphylium lycopersici*); mancha-de-corynespora (*Corynespora cassiicola*); podridão-aquosa (*Phomopsis* sp.); podridão-de-fusarium (*Fusarium solani*, *Fusarium* spp.); podridão-do-pé ou gomose (*Phytophthora palmivora*); podridões-pedunculares (*Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium* spp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Phoma caricae-papayae*, *Phomopsis* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Geotrichum* sp.); estiolamento ou tombamento (*Phytophthora* sp.; *Pythium* sp.; *Fusarium* sp.; *Sclerotium rolfsii*; *Rhizoctonia solani*) (OLIVEIRA; SANTOS FILHO, 2000; CENCI; FONSECA; FREITAS-SILVA, 2003; VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003; DANTAS et al., 2003; REZENDE; MARTINS, 2005; SUZUKI; ZAMBOLIM; LIBERATO, 2007; VIVAS et al., 2013).

No Estado do Espírito Santo, os fungos de principal ocorrência são *C. gloeosporioides*, *A. caricae*, *Corynespora* sp., *Fusarium* sp., *Oidium* sp., *Ovulariopsis* sp., *P. caricae-papayae*, *Phomopsis* sp., *P. palmivora* (LIBERATO; COSTA; VENTURA, 1996; VENTURA et al., 2009).

## 2.4 ANTRACNOSE DO MAMOEIRO

No Brasil, a primeira ocorrência de antracnose em frutos de mamoeiro foi relatada em 1895 por Hennings em Minas Gerais (LIBERATO; ZAMBOLIM, 2002). Praticamente todas as culturas mundialmente cultivadas (cereais, legumes, olerícolas, frutíferas, etc.) são suscetíveis a uma ou mais espécies desse gênero, sendo encontrado em zonas temperada, tropical e subtropical. Portanto, apresentam ampla distribuição geográfica, apesar de nas regiões tropicais e subtropicais haver maior incidência e severidade da doença (SILVA, 2006; GUPTA, 2010; BONETT et al., 2012).

A antracnose pode ser ocasionada por associação entre espécies do gênero *Colletotrichum*, como em plantios de mamão encontrados em Trinidad, onde 79% eram causadas pela espécie *C. gloeosporioides* e 21% por *C. acutatum* (RAMPERSAD, 2011), ou apenas pela espécie *C. gloeosporioides*, como no Brasil, onde o agente causal da antracnose em mamão tem sido associado apenas a este patógeno (LIBERATO; ZAMBOLIM, 2002; SUZUKI; ZAMBOLIM; LIBERATO, 2007; VIVAS et al., 2013).

Dentre as doenças fúngicas que ocorrem o mamoeiro, a antracnose é uma das mais importantes por atacar os frutos e causar amarelecimento e queda dos pecíolos das folhas (GAYET et al., 1995; REZENDE; FANCELLI, 1997; CENCI; FONSECA; FREITAS-SILVA, 2003). Os frutos colhidos atacados pela doença tornam-se inviáveis ao consumo. Os sintomas podem não se manifestar no campo, e sim quando os frutos são embalados, transportados, comercializados ou quando amadurecem, sendo mais frequentes nesta última fase (OLIVEIRA; SANTOS FILHO, 2000; CAPDEVILLE; SANTOS, 2005).

O desenvolvimento e produção de esporos de *C. gloeosporioides* são favorecidos em ambientes com temperaturas próximas a 28°C, variando entre 20 a 30°C, e umidade relativa elevada (superior a 95%), especialmente com chuvas abundantes. Chuvas menos intensas favorecem o progresso da doença dentro da planta já infectada, enquanto que chuvas acompanhadas de ventos tendem a disseminar o fungo para outras plantas. Em períodos de

temperaturas mais baixas, a incidência e severidade da doença diminuem, sendo baixa sua intensidade nos meses de inverno, mesmo que ocorram chuvas (REZENDE; FANCELLI, 1997; TATAGIBA et al., 2002; VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003; AGRIOS, 2005).

Em pesquisas realizadas pelo Incaper, verificou-se que os níveis de incidência da antracnose mantiveram-se maiores que 70% de setembro a fevereiro, e a maior incidência registrada nos meses de novembro (94,44%), dezembro (97,22%) e janeiro (100%), sendo os meses de novembro e dezembro os de maior pluviosidade. As condições ambientais desfavoráveis à doença ocorreram nos meses de abril a agosto, período tido como relativamente seco e com temperaturas amenas (COSTA; VENTURA; TATAGIBA, 2002; TATAGIBA et al., 2002).

Os propágulos de *C. gloeosporioides* são disseminados quando os acérvulos se encontram úmidos, favorecendo a liberação dos conídios desse fungo por meio de respingo da chuva ou orvalho, correntes de ar, insetos, ferramentas, entre outros (REZENDE; MARTINS, 2005; TAVARES; SOUZA, 2005).

Os esporos do fungo germinam e são capazes de penetrar na epiderme das plantas, podendo, inicialmente, se estabelecer em flores, penetrando pelo estigma e pelas cicatrizes deixadas pelas pétalas e, principalmente, por ferimentos na superfície dos tecidos. Nos frutos, a infecção pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento, ficando em estado latente ou quiescente até o início do amadurecimento, podendo a penetração ser de forma direta através de um peg de infecção ou por ferimentos. Para que ocorra a infecção é necessário que haja a presença de água livre, para a formação do tubo germinativo pelos conídios. Frutos jovens (imaturos), quando infectados pelo fungo, cessam o seu desenvolvimento, mumificam e caem (LIBERATO; ZAMBOLIM, 2002; VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003; REZENDE; MARTINS, 2005).

A penetração de forma direta ocorre quando os conídios, ao atingirem o fruto, germinam (6-8h) na presença de água e logo em seguida produzem o apressório (10-12h) que adere à cutícula do fruto e penetra diretamente o tecido não lesionado do hospedeiro. A penetração do tecido é favorecida

pela ação de enzimas pectinolíticas excretadas no tecido do hospedeiro e pela força mecânica exercida pelo apressório sobre o peg de penetração. Após a penetração, as hifas crescem muito rapidamente tanto de forma intercelular como intracelular e podem permanecer latentes por algum tempo antes de as células começarem a entrar em colapso e podridão. O micélio produz então acérvulos logo abaixo da cutícula, que rompem a cutícula e liberam conídios que causam mais infecções. A agressividade do fungo aumenta quando o fruto começa a amadurecer e, por consequência, os sintomas aparecem (VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003; AGRIOS, 2005).

Quando os frutos infectados iniciam o processo de amadurecimento, aparecem os primeiros sintomas visíveis e formam-se pequenas gotas (beads) de látex, que exsudam na superfície deles. As lesões no fruto são inicialmente pequenas manchas de coloração róseo-alaranjada, não deprimidas, de aspecto seco e borda definida. Com o passar do tempo, as lesões tornam-se manchas circulares e deprimidas, que podem chegar a medir 5 cm de diâmetro. Com o aumento das lesões observa-se o róseo disposto em camadas concêntricas, de aspecto gelatinoso, o qual posteriormente se torna escuro, produzindo conídios, na porção central, que são as estruturas reprodutivas do fungo. O tecido interno da área infectada é firme (calose), de coloração branco acinzentado, tornando-se marrom ao longo do tempo. As lesões podem coalescer, formando uma grande área lesionada na superfície. Elas são profundas e desprendem-se facilmente dos tecidos sadios. Na ausência ou uso inadequado de controle, ou em condições climáticas altamente favoráveis, podem-se observar lesões mesmo em frutos nos primeiros estádios de maturação, inclusive em campo (LIBERATO; ZAMBOLIM, 2002; VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003; AGRIOS, 2005).

O fim da quiescência do fungo está relacionado à ação de compostos antifúngicos ou à produção de etileno na maturação dos frutos, favorecendo a germinação e formação de apressórios. O mecanismo de quiescência representa um caso de eco-evolução do patossistema, trazendo vantagens o patógeno e hospedeiro no ecossistema. Para o patógeno representa a sua adaptação à fisiologia do hospedeiro, e para o hospedeiro, a resistência ao

patógeno, paralisando a evolução da infecção dos tecidos dos frutos (ARAUZ, 2000; VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003).

O agente causal sobrevive na forma saprofítica em restos culturais (ramos mortos, lesões antigas, frutos e partes afetadas remanescentes no chão, sobre os quais esporula quando há calor e umidade), no próprio hospedeiro ou em outras plantas hospedeiras, de um período ambiental favorável para outro (AGRIOS, 2005).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DE *Colletotrichum gloeosporioides*

O fungo *C. gloeosporioides* é conhecido como um dos patógenos cosmopolitas mais importantes de plantas, pois infecta pelo menos 1000 espécies (PHOULIVONG et al., 2010). Em mamoeiro além de ser agente causal da antracnose, o patógeno ocasiona ainda podridão-peduncular e mancha-chocolate em frutos (UENO et al., 2001; VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003).

Pertence ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Ascomycetes, Ordem Phylloporales, Família Glomerellaceae, Gênero *Glomerella* (*Colletotrichum*), Espécie: *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld e Schrenk, tendo como estágio anamórfico a espécie *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. Saac. (AGRIOS, 2005; MYCOBANK, 2014). É um patógeno facultativo, podendo viver tanto como saprófita na matéria orgânica degradada como no hospedeiro vivo (NESHER et al., 2011).

As colônias fúngicas do patógeno apresentam-se bastante heterogêneas quanto à coloração variando entre branco, salmão e tons de cinza, sendo que a maioria de isolados fúngicos apresentam, nos primeiros dias, suas colônias totalmente brancas, variando para as demais colorações ao longo do seu crescimento (SUTTON, 1992; PHOTITA et al., 2005; ANDRADE et al., 2007; BONETT et al., 2010). Possui micélio aéreo denso, cotonoso a semi-cotonoso, com massa conidial de coloração alaranjada, rosada a salmão pálido (BONETT et al., 2010; SERRA et al., 2011).

Os conídios são hialinos, unicelulares, cilíndricos e/ou obclavados com terminações obtusas ou elipsoidais, havendo produção de apressórios

lobados ou fracamente lobados. Os conídios possuem dimensões 7-20 x 2,5-5 µm, são liberados pelos conidióforos formados em acérvulos irregulares de aproximadamente 500 µm de diâmetro, com formação de setas de 4-8 x 200 µm, em uma massa mucilaginosa de coloração alaranjada, rosada, salmão a creme. O seu teleomorfo, *Glomerella cingulatta*, pode apresentar formas homotáticas e heterotáticas, dando origem aos peritécios contendo ascos e ascósporos unicelulares e hialinos. Esta espécie é muito heterogênea em meio de cultura, especialmente quanto às características miceliais (ANDRADE et al., 2007).

## 2.6 MANEJO DA ANTRACNOSE

Por se tratar de uma doença de pós-colheita, é recomendável que medidas de controle, visando à redução da incidência da antracnose em mamão, sejam iniciadas no campo, evitando-se assim a contaminação e posterior aparecimento de podridões na fase de comercialização dos frutos, uma vez que o patógeno, na maioria das vezes, inicia sua infecção durante a ontogenia do fruto, mantendo-se em quiescência até a fase de maturação (VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003; TAVARES; SOUZA, 2005).

Quando não há aplicação de um controle adequado e no tempo correto, os danos causados pela antracnose podem chegar à ordem de 50 a 75% ou mais dos produtos comercializados (PAULL et al., 1997; CAPDEVILLE; SANTOS, 2005). O manuseio incorreto causa danos aos frutos, que facilitam o ataque do patógeno, que afetará a qualidade do fruto, reduzindo sua vida útil (JANISIEWICZ et al., 2002).

Não existe cultivares comerciais resistentes à antracnose, sendo a cultivar Golden a que apresenta maior suscetibilidade ao patógeno em relação às demais (ALVAREZ; NISHIJIMA 1987; RODRIGUES, 2001). O manejo da antracnose no campo deve começar pela escolha da área, levando-se em consideração o histórico (VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003).

Para melhor eficiência, medidas de controle da doença devem ser planejadas e executadas, por meio dos métodos cultural, químico, físico,

biológico e/ou alternativo. Sendo os métodos cultural e químico mais utilizados a campo e a associação entre os métodos físico e químico no pós-colheita. No entanto, o método químico vem sendo considerado o mais eficaz no controle desse patossistema (NERY-SILVA et al., 2001; TATAGIBA et al., 2002; REZENDE; MARTINS, 2005).

## 2.7 IMPORTÂNCIA DO CONTROLE QUÍMICO

O controle químico de doenças é uma das medidas mais empregadas na agricultura, pelo fato de prevenir infecções de patógenos que podem se instalar na cultura e ou erradicar infecções já instaladas nos tecidos da planta hospedeira. Além disso, este tipo de controle atua rapidamente, reduzindo a penetração e infecção do (s) patógeno (s) no interior da planta. Para muitas doenças o controle químico tem sido a única medida viável em curto prazo, sem o qual inúmeras espécies de plantas cultivadas teriam seus rendimentos reduzidos drasticamente, acarretando em prejuízos para os produtores e para o País (ZAMBOLIM; VENÂNCIO; OLIVEIRA, 2007).

Os agrotóxicos são utilizados pela agricultura brasileira como fator de manutenção da produção (SOUZA; DUTRA, 2003). De acordo com a FAO (2014) os fungicidas são insumos importantes e imprescindíveis para a produção mundial de alimentos. Além de terem função na manutenção do potencial produtivo das culturas, contribuem também para a manutenção da germinação e do vigor das sementes, bem como para o prolongamento da vida útil de frutos no pós-colheita (ZAMBOLIM; JESUS JUNIOR, 2008). Em muitos casos, é considerada a única medida eficiente e economicamente viável de garantir produtividade e qualidade visadas pela agricultura moderna (KIMATI, 2011).

Segundo Conceição (2004), os produtos fitossanitários (agrotóxicos) devem ser utilizados e manuseados de forma adequada, a fim de se preservar o meio ambiente, a saúde dos trabalhadores e dos consumidores.

Inúmeros fatores devem ser levados em consideração quanto à utilização de um defensivo químico, dentre eles podemos destacar: a diagnose correta do agente causal; modo de ação do produto químico

(curativo, protetor, sistêmico); local de plantio; adensamento de plantas; clima; época de aplicação; dosagem correta; pH da calda fungicida; tecnologia de aplicação; etc. É válido ressaltar que outras medidas de caráter cultural, biológico, resistência genética, nutricional, legislativa, física ou de caráter mecânico tornam-se necessárias para que o controle químico seja efetivo. Por exemplo, em sistemas de plantios densos forma-se um microclima favorável às doenças fúngicas. Sem a realização adequada de uma poda periódica, a ação do fungicida será dificultada (CONCEIÇÃO, 2001; ZAMBOLIM; VENÂNCIO; OLIVEIRA, 2007).

### **2.7.1 Controle químico da antracnose**

O controle químico da antracnose deve ser iniciado no campo, ou entre seis e oito meses após o plantio, e nos períodos que antecedem a abertura das flores, durante o florescimento e na frutificação. Faz-se necessário a aplicação de fungicidas como tebuconazol, thiabendazol, tiofanato metílico, procloraz, imazalil e chlorothalonil em mistura com tiofanato metílico ou oxicloreto de cobre e demais registrados para a cultura (AGROFIT, 2014). O intervalo de aplicação depende do monitoramento da doença e das condições climáticas predominantes nas regiões produtoras, variando de 7 a 14 dias, em períodos chuvosos, e 14 a 30 dias, em períodos secos (TATAGIBA et al., 2002).

No entanto, sob condições climáticas altamente favoráveis à ocorrência da doença e na presença de alta quantidade de inóculo na área, o intervalo de pulverizações deve ser reduzido para 7 ou 4 dias (cerca de duas pulverizações semanais). É importante pulverizar principalmente flores e frutos novos e/ou mais desenvolvidos, visando à redução da fonte de inóculo. Dada a possibilidade de ocorrência de resistência do fungo aos fungicidas sistêmicos, como já verificado em alguns países, faz-se necessário o seu emprego de forma alternada com fungicidas protetores e com práticas culturais adequadas (KIMATI, 2011).

Na fase de pós-colheita, principalmente nos frutos destinados à exportação, após o tratamento hidrotérmico, é também utilizado o tratamento à base de fungicidas químicos com o objetivo de aumentar a eficiência no

controle das doenças fúngicas. O uso combinado dos dois tratamentos (hidrotérmico e químico) é a alternativa mais vantajosa no controle da antracnose em pós-colheita, respeitando-se sempre os limites mínimos dos resíduos químicos, não devendo ser utilizados doses superiores às recomendadas, para evitar a ocorrência de fitotoxidez na superfície dos frutos e desenvolvimento de resistência do patógeno ao fungicida empregado (OLIVEIRA; SANTOS FILHO, 2000; VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2003; KIMATI et al., 2011).

Para o controle da antracnose, Poltronieri et al. (2001) relataram que aplicações de fungicidas protetores à base de mancozeb + cobre (Cuprozeb), dependendo do regime de chuvas, reduzem o índice de infecção. Também salientaram sobre o uso de fungicidas para o tratamento dos frutos pós-colheita através de pulverização ou imersão, em casos especiais de exportação.

Ferreira et al. (2009) observaram que o tetraconazol foi eficiente tanto na inibição do crescimento micelial como na germinação dos conídios ao utilizar quatro fungicidas diferentes e em diferentes concentrações em testes *in vitro* sobre *C. gloeosporioides*.

O controle de doenças em pós-colheita pelo uso do prochloraz e imazalil no Brasil tem sido destinado principalmente a frutas para exportação, sendo o limite máximo de resíduo permitido no Brasil de 1 mg/Kg para ambos os produtos e nos países da União Europeia 5 e 0,05 mg/Kg, respectivamente (AGROFIT, 2014; EC, 2014).

O guia da Agrofit (2014), pertencente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) indica 22 fungicidas comerciais para o controle da antracnose em mamão no Brasil (Tabela 1), sendo que para o Estado do Espírito Santo, de acordo com o Idaf (2014), apenas 14 estão registrados para este patossistema.

**Tabela 1** – Fungicidas registrados no Brasil para antracnose no mamoeiro para o ano de 2014.

Produto	Ingrediente Ativo (Grupo Químico)	Formulação	Classe		Intervalo de Segurança (dias)	Dose
			Tóx.	Amb.		
<b>Amistar Top<sup>1</sup></b>	azoxistrobina (estrobilurina) + difenoconazol (triazol)	SC	III	II	3	500 mL/ha
<b>Cobox</b>	oxicloreto de cobre (inorgânico)	WP	IV	III	7-14	200 g/100 L água
<b>Cobre Atar BR<sup>1</sup></b>	Óxido Cuproso (inorgânico)	WP	IV	III	7-14	240 g/100 L água
<b>Cobre Atar MZ</b>	Óxido Cuproso (inorgânico)	WP	IV	III	7-14	240 g/100 L água
<b>Comet<sup>1</sup></b>	piraclostrobina (estrobilurina)	EC	II	II	10-14	40 mL/100 L água
<b>Constant<sup>1</sup></b>	tebuconazol (triazol)	EC	III	II	14	1 L/ha
<b>CUP001</b>	oxicloreto de cobre (inorgânico)	WP	IV	III	7-14	200 g/100 L água
<b>Dithane NT<sup>1</sup></b>	mancozebe (alquilenobis(ditiocarbamato))	WP	I	II	3	200 g/100 L água
<b>Elite</b>	tebuconazol (triazol)	EC	III	II	14	1 L/ha
<b>Folicur 200 EC<sup>1</sup></b>	tebuconazol (triazol)	EC	III	II	7	1 L/ha
<b>Graster<sup>1</sup></b>	famoxadona (oxazolidinadiona) +mancozebe (alquilenobis(ditiocarbamato))	WG	I	II	7	120 g/100 L água
<b>Magnate 500 EC<sup>1</sup></b>	imazalil (imidazol) <sup>2</sup>	EC	I	II	3	200 mL/100 L água
<b>Mancozeb</b>	mancozebe (alquilenobis(ditiocarbamato))	WP	III	II	15-20	200 g/100 L água
<b>Sipcam<sup>1</sup></b>						
<b>Nativo<sup>1</sup></b>	tebuconazol (triazol) + trifloxistrobina (estrobilurina)	SC	III	II	7-10	0,6 L/ha
<b>Reconil<sup>1</sup></b>	oxicloreto de cobre (inorgânico)	WP	IV	III	7-14	400 g/100 L água
<b>Recop<sup>1</sup></b>	oxicloreto de cobre (inorgânico)	WP	IV	III	7-14	200 g/100 L água
<b>Rival 200 EC<sup>1</sup></b>	tebuconazol (triazol)	EC	I	II	7	1 L/ha
<b>Sportak 450 EC</b>	procloraz (imidazolilcarboxamida) <sup>2</sup>	EC	I	II	1	75 mL/100 L água
<b>Tebuconazole</b>	tebuconazol (triazol)	EC	I	II	7-14	1 L/ha
<b>CCAB 200 EC</b>						
<b>Tecto SC<sup>1</sup></b>	tiabendazol (benzimidazol)	SC	III	II	10-14	100-400 mL/100 L água
<b>Triade</b>	tebuconazol (triazol)	EC	III	II	7-14	1 L/ha

Onde: **SC** = suspensão concentrada; **WP** = pó molhável; **EC** = concentrado emulsionável; **WG** = granulado dispersível; **Tóx.** = classe toxicológica; **Amb.** = classe ambiental; **I** = extremamente tóxico ou produto altamente perigoso; **II** = altamente tóxico ou produto muito perigoso; **III** = Medianamente tóxico ou produto perigoso; **IV** = pouco tóxico ou produto pouco perigoso; <sup>1</sup>Fungicidas registrados para o Espírito Santo; <sup>2</sup>Fungicidas registrados para o uso pós-colheita. Fonte: Adaptado de Agrofite (2014) e Idaf (2014).

De acordo com Mossler e Nesheim (2011), nos Estados Unidos, um dos principais importadores do mamão brasileiro, alguns dos fungicidas registrados para o controle da antracnose são azoxistrobina, clorotalonil, maneb e mancozeb. Sendo que tebuconazol, piraclostrobina e ciprodinil + fludioxonil têm sido recomendados para controle da doença.

## 2.8 TRIAZÓIS

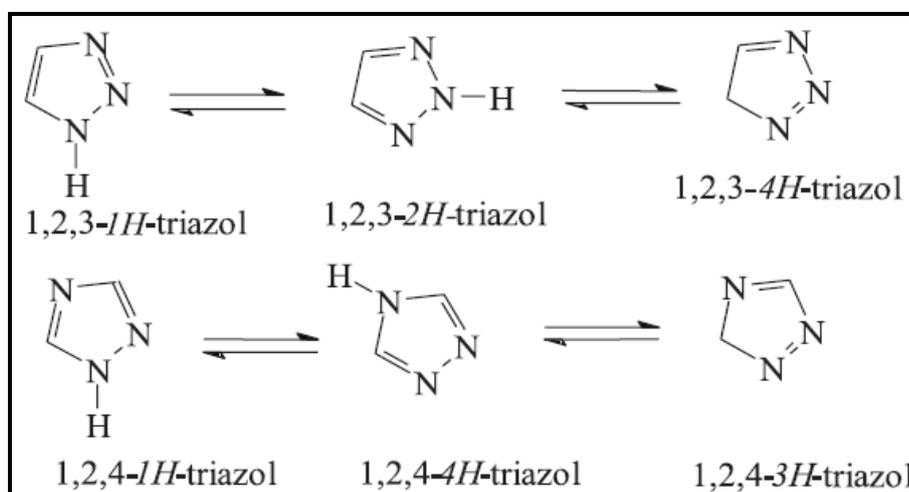
Os compostos heterocíclicos são de significativa importância em química orgânica, podendo ser obtidos através de fontes naturais ou sintéticas (EICHER; HAUPTMANN; SPEICHER, 2012). Muitos destes compostos são mundialmente consumidos, pois possuem atividades biológicas diversificadas, tais como: antiviral, antitumoral, antifúngica, anti-inflamatória, analgésica antiprotozoária, antimicrobiana (BARREIRO; FRAGA, 2008; VICINI et al., 2003; SOUZA et al., 2005; MELO et al., 2006; YADAV; DEVPRAKASH, SENTHILKUMAR, 2011; THOMAS; ADHIKARI; SHETTY, 2011; DINGES; LAMBERTH, 2012; NARASIMHAN; SHARMA; KUMAR; 2012; BORGATI et al., 2013).

Dentre os compostos heterocíclicos os triazóis têm despertado muito interesse por possuírem ampla aplicabilidade tanto no setor farmacêutico quanto na indústria de agroquímicos e explosivos (MELO, 2006; FIANDANESE et al., 2009; AGALAVE et al., 2011; ZHOU; WANG, 2012). Em relação aos agroquímicos, possui expressiva ação fungicida, atuando na biossíntese de esterol, a qual ocorre nas células de fungos (FRAC, 2014).

O processo de biossíntese de esteróis envolve reações químicas e formação de compostos intermediários que podem ser inibidos na presença de substâncias tóxicas. Tais substâncias alteram a conformação e as propriedades físicas da membrana de diversos patógenos (FORCELINI, 1994; MENEGOLA et al., 2006). Conforme o sítio de inibição, os fungicidas inibidores da biossíntese de esterol podem ser divididos em: inibidores de reações de demetilação do C14 (DMIs); inibidores de reações de  $\Delta^{8,7}$  isomerase e  $\Delta^{14}$  redutase, chamados de aminas (morfolinas); e os inibidores da ceto-redutase (KRI). Sendo os fungicidas classificados como pirimidinas,

piridinas, piperazinas, imidazóis e os triazóis pertencentes aos DMIs (LINHARES; GHINI, 2001; RODRIGUES, 2006; FRAC, 2014).

O nome triazol foi dado pela primeira vez ao carbono  $C_2N_3H_3$ , um sistema de anel de azoto, por Bladin em 1885. Os triazóis são anéis de cinco membros, que possuem em sua estrutura de cadeia aromática três átomos de nitrogênio. Existem apenas dois tipos de anéis triazólicos: 1,2,3-triazol e 1,2,4-triazol (Figura 1). Os triazóis são subclassificados como vicinais (1,2,3-triazol) ou simétricos (1,2,4-triazol), sendo que os últimos são os mais investigados (POTTS, 1961; MELO et al., 2006).



**Figura 1** – Exemplo de estruturas das duas classes de triazóis. Fonte: Melo et al. (2006).

Os 1,2,3-triazol possuem um anel heterocíclico aromático com três átomos de nitrogênio, dispostos nas posições 1, 2 e 3 de um anel de cinco membros, podendo ou não serem substituídos em um dos átomos de nitrogênio. São compostos estáveis comparados com outras substâncias que contenham três átomos de nitrogênios adjacentes. Os isômeros 1,2,3-triazol podem ser divididos em três grandes grupos: 1,2,3-triazol monocíclicos, benzotriazóis e sais 1,2,3-triazolium (MELO, 2006; ZHANG, 2007; FERREIRA, 2008; SILVA et al., 2013).

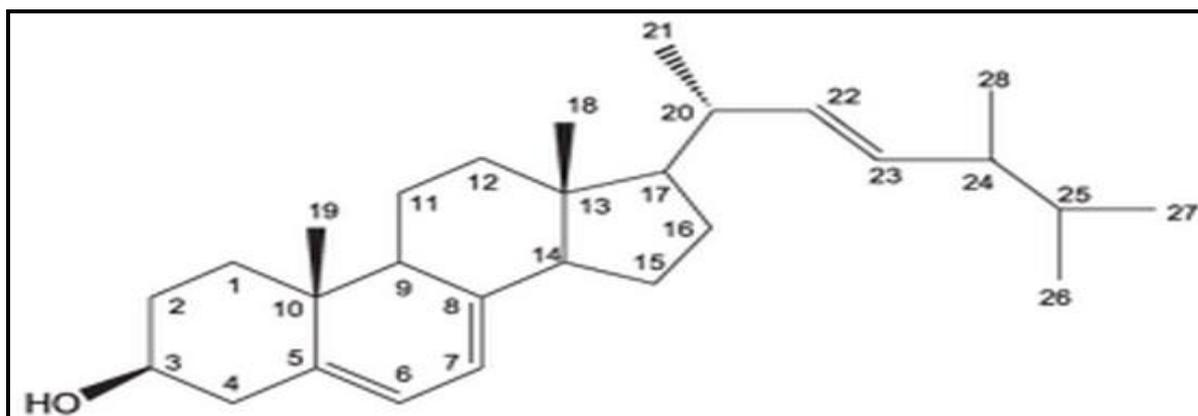
Os 1,2,4-triazol possuem um anel heterocíclico aromático contendo três átomos de nitrogênio dispostos nas posições 1, 2 e 4 de um anel de cinco membros. O interesse nos complexos contendo este ligante iniciou-se em meados de 1965, quando as propriedades magnéticas de vários

complexos foram estudadas. A partir de então este anel triazólico é o mais estudado, por ser a base dos produtos antifúngicos modernos, contido em fármacos e agroquímicos mundialmente conhecidos. Os isômeros 1,2,4-triazol são divididos de acordo com seu complexo ligante. Dentre estes podemos destacar o aminotriazol e derivados; 4-alquilo e aril-triazoles e derivados; 3,4,5-alquilo; doadores em quelantes substituintes, etc. (POTTS, 1961; HAASNOOT, 2000; MELO et al., 2006; DEEPA; JAIN; PIYUSH, 2011; BORGATI et al., 2013).

Como não podem ser encontrados naturalmente, os anéis triazólicos podem ser sintetizados por diversos métodos, dentre eles a ciclização do tipo [2N +1N] intramolecular de hidrazonas ou semicarbazidas, adições de enolatos em azidas, reações de aromatização de triazolinas através de reações de oxidação ou eliminação, ou ainda por meio da transformação de outros heterocíclicos, reações de “click chemistry”, entre outros (FERGUSON, 1991; EL KHADEM, 1998; KRIVOPALOV; SHKURKO, 2005; MELO, 2006; HO; DAI; SU, 2009; STABE; BLAQUIERE, 2010; FREITAS et al., 2011; HAJIPOUR; ABRISHAMI, 2011; CREARY et al., 2012; WANG et al., 2013).

## 2.9 MODO DE AÇÃO DE FUNGICIDAS TRIAZÓIS

O principal lipídio componente da membrana plasmática de fungos é o ergosterol (Figura 2) e sua síntese é realizada através da ação catalítica da acetil-CoA. Uma redução na disponibilidade de ergosterol resulta no rompimento da membrana e no extravasamento de solutos iônicos. A síntese do ergosterol é uma característica da maioria dos fungos superiores (Ascomycotas, Basidiomycotas e Fungos Mitospóricos), mas é ausente em alguns cromistas (Oomycotas) que suprem suas necessidades diretamente do substrato através das hifas. Esta diferença é à base de seletividade dos compostos inibidores da biossíntese de esteróis (RODRIGUES, 2006; FRAC, 2014).



**Figura 2** – Estrutura química do ergosterol. Fonte: Santos et al. (2008).

Os triazóis agem inibindo a passagem do lanosterol para 4,4-dimetil-colesta-8,14,24-trienol (ergosterol). No caso dos esteróis formados em fungos causadores de ferrugens e oídios é o 24-metilenodihidrolanosterol. O passo seguinte, em ambos os casos, é a demetilação na posição C14, que é catalizada pelo citocromo P-450 (enzima esterol-C14 demetilase). Os fungicidas mencionados inibem esse citocromo, impedindo a demetilação. O processo biossintético de formação de esteróis continua, mas o resultado é que não há formação de ergosterol e outros esteróis demetilados, e sim compostos metilados (RODRIGUES, 2006).

Os esteróis metilados cumprem algumas funções na constituição das membranas, mas não executam outras funções específicas, o que leva a um desequilíbrio entre os lipídios das membranas, com inibição de fosfolipídios e acúmulo de ácidos graxos livres, que chegam a níveis tóxicos para os fungos (RODRIGUES, 2006; ZAMBOLIM; VENÂNCIO; OLIVEIRA, 2007).

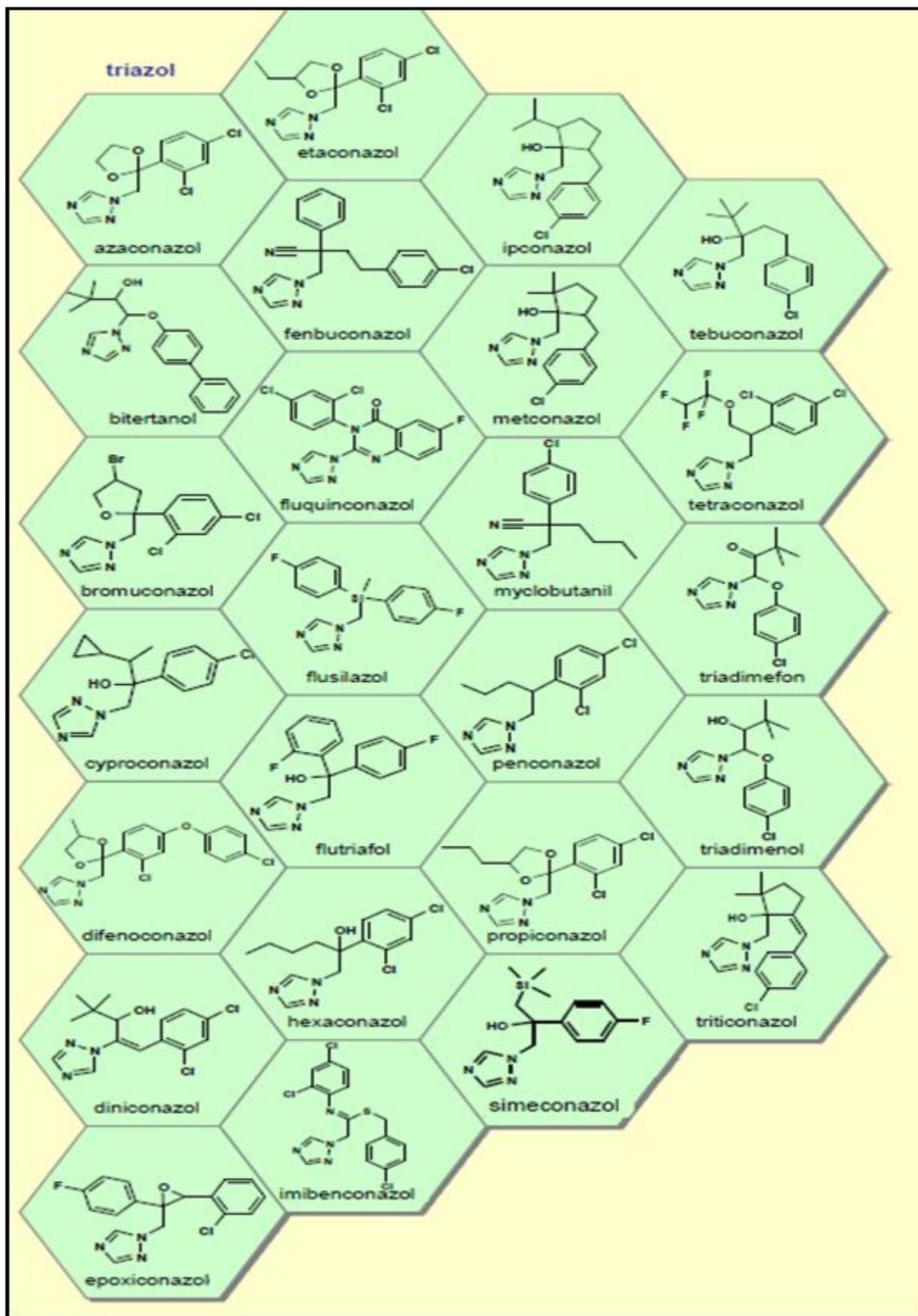
A falta de ações específicas dos esteróis demetilados, mais o desequilíbrio lipídico, levam os fungos à morte. O nível de inibição pelo citocromo P-450 é variável de composto a composto. Por isso o grau de eficiência dos diversos fungicidas contra diversas espécies de fungos é também variável (RODRIGUES, 2006; ZAMBOLIM; VENÂNCIO; OLIVEIRA, 2007; FRAC, 2014).

## 2.10 FUNGICIDAS COMERCIAIS DO GRUPO DOS TRIAZÓIS

De acordo com a base de dados internacional do FRAC (2014) estão cadastrados 25 princípios ativos pertencentes ao grupo dos triazóis: azaconazol; bitertanol; bromuconazol; cyproconazol; difenoconazol; diniconazol; epoxiconazol; etaconazol; fenbuconazol; fluquinconazol; flusilazol; flutriafol; hexaconazol; imibenconazol; ipconazol; metconazol; myclobutanil; penconazol; propiconazol; simeconazol; tebuconazol; tetraconazol; triadimefon; triadimenol; triticonazol (Figura 3).

Dentre estes, de acordo com a base de dados on-line Agrofit (2014), pertencente ao Ministério da Agricultura, estão cadastrados para uso em território brasileiro 18 princípios ativos: bitertanol; bromuconazol; cyproconazol; difenoconazol; epoxiconazol; fluquinconazol; flutriafol; hexaconazol; imibenconazol; ipconazol; metconazol; myclobutanil; propiconazol; tebuconazol; tetraconazol; triadimefon; triadimenol; triticonazol. Para a cultura do mamoeiro estão registrados 3, sendo que destes, apenas tebuconazol para o patossistema antracnose do mamoeiro, sendo que o difenoconazol está registrado associado com a azoxistrobina (estrobilurina).

É válido ressaltar, que todos os princípios ativos mencionados são à base de 1,2,4-triazóis.



**Figura 3** – Ilustração das moléculas de ingredientes ativos de fungicidas comerciais do grupo triazóis. Fonte: Adaptado de FRAC (2014).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DE EXECUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

A síntese dos compostos contendo o anel 1,2,3-triazol e os ensaios de inibição *in vitro* de *C. gloeosporioides* foram conduzidos nos laboratórios do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidad

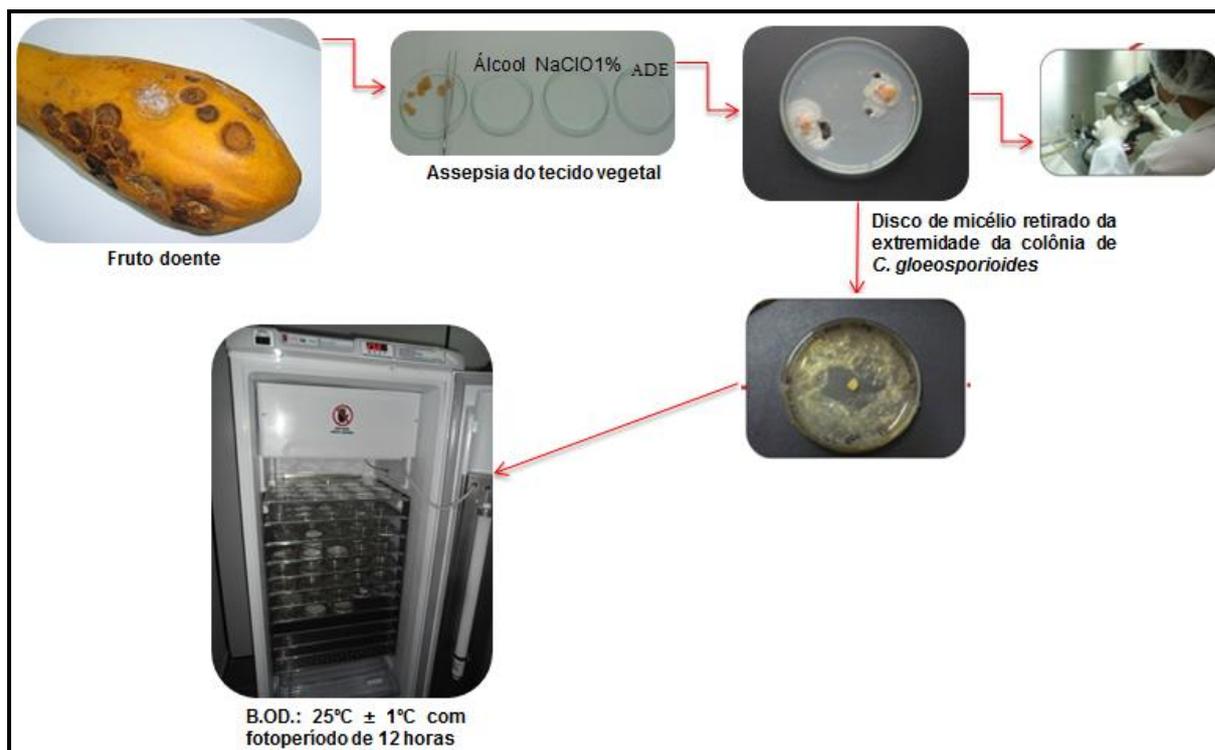
e Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), situado na cidade de Alegre (20°45' S, 41°29' W), localizada ao sul do Estado do Espírito Santo.

#### 3.2 OBTENÇÃO DO ISOLADO DE *Colletotrichum gloeosporioides*

A obtenção do isolado deu-se a partir de tecidos lesionados de frutos de mamoeiro apresentando sintomas típicos de antracnose, adquiridos no CEASA da cidade de Vitória, ES, a partir do qual foram retirados pequenos fragmentos dos tecidos sintomáticos e, após assepsia dos mesmos, procedeu-se, em câmara de fluxo laminar, a sua deposição em meio de cultura BDA sintético (batata-dextrose-ágar), contido em placas de Petri de 8 cm de diâmetro.

As placas foram mantidas em câmara de crescimento de demanda bioquímica de oxigênio (BOD) em temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , com fotoperíodo de 12h.

Após 48 horas, o isolamento foi efetuado com a retirada de discos de micélios das extremidades das colônias fúngicas crescidas dos fragmentos vegetais. Para isto, utilizou-se alça de platina, transferindo-se os discos para outras placas de Petri, contendo o meio BDA. As placas contendo o fungo foram posteriormente mantidas em estufas BOD, com temperatura de  $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ , sob fotoperíodo 12h claro/12h escuro (Figura 4).



**Figura 4** – Ilustração da obtenção do isolado de *C. gloeosporioides*. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Para a obtenção da cultura monospórica utilizou-se a técnica descrita por Serra, Coelho e Menezes (2008), onde foi obtida uma suspensão de esporos, seguida da sua diluição para concentrações de  $10^{-4}$  conídios.mL<sup>-1</sup>. Posteriormente procedeu-se à deposição de alíquotas de 1 mL da suspensão em placas de Petri contendo meio ágar-água, a qual foi espalhada com o emprego de alça de Drigalsky, seguido de incubação a temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , sob fotoperíodo de 12 horas. Depois de 24 horas, mediante lupa estereoscópica, procedeu-se à análise da germinação conidial e remoção de hifas, seguido da sua deposição em meio BDA contido em placas de Petri, que foram colocadas em estufa BOD, com temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  sob fotoperíodo de 12h. Após crescimento micelial, e assegurada a identificação do isolado, procedeu-se à repicagem para tubos de ensaio contendo BDA. Após o crescimento do fungo, as colônias foram recobertas com óleo mineral estéril, seguido de armazenamento em refrigerador à temperatura aproximada de  $5^\circ\text{C}$ .

### 3.3 OBTENÇÃO DOS COMPOSTOS TRIAZÓLICOS

A obtenção dos derivados triazólicos foi realizada utilizando a “reação Click” por meio de transformações de grupos funcionais do material de partida, o glicerol. A caracterização das estruturas dos compostos sintetizados foi obtida pela análise dos espectros no IV, massas e RMN de  $^1\text{H}$  e de  $^{13}\text{C}$ . O núcleo básico dos compostos é um anel heterocíclico aromático de cinco membros contendo três átomos de nitrogênio, dispostos nas posições 1, 2 e 3 que diferiram entre si em função das características químicas da cadeia lateral (grupo R). Neste trabalho, os 17 compostos inéditos foram identificados por designações T1 a T17.

### 3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial  $18 \times 5 + 1$ , (17 moléculas de triazóis, 1 fungicida comercial, cinco concentrações e uma testemunha adicional) composto de cinco repetições, sendo cada repetição constituída por uma placa de Petri.

### 3.5 SENSIBILIDADE DO CRESCIMENTO MICELIAL AOS TRIAZÓIS

A sensibilidade de *C. gloeosporioides* a diferentes fungicidas foi avaliada segundo metodologia de Edgington, Khew e Barron (1971) e Rampersad e Teelucksingh (2012), com modificações, em ensaios incorporando-se as soluções de moléculas fungicidas ao meio de cultura. Nestes ensaios, as soluções do fungicida comercial (tebuconazol) e dos triazóis (T1 a T17) em dimetilsulfóxido (DMSO) foram adicionadas ao meio BDA fundente ( $45^\circ\text{C}$  -  $50^\circ\text{C}$ ) e homogeneizados para obtenção das concentrações de 1; 10; 100; 500 e 1000 ppm de cada composto. O solvente DMSO foi testado puro e não apresentou efeito no crescimento micelial de *C. gloeosporioides*.

Em seguida, o meio contendo os compostos foram vertidos em placas de Petri. Após solidificação do meio de cultura, discos de 5 mm de diâmetro

foram retirados do meio de cultura contendo micélio do fungo com o auxílio de uma alça de platina e colocados no centro das placas de Petri com fungicidas. As placas foram incubadas em câmara de crescimento, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 horas.

A avaliação do experimento teve início 24h após sua instalação, medindo-se diariamente o crescimento micelial por meio do diâmetro em dois sentidos, perpendicularmente, usando uma régua graduada em centímetros (cm), durante 7 dias, sendo considerado o diâmetro corrigido (diâmetro médio radial menos o comprimento do bloco de ágar).

Para o cálculo da porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) (EDGINGTON; KHEW; BARRON, 1971), aplicou-se a fórmula:

$$\text{PIC} = \frac{\text{CM}_{\text{testemunha}} - \text{CM}_{\text{tratamento}}}{\text{CM}_{\text{testemunha}}} \times 100 \quad (\text{eq. 1})$$

Em que,

PIC: porcentagem de inibição do crescimento micelial;

$\text{CM}_{\text{testemunha}}$  : valor do crescimento micelial da testemunha (controle); e

$\text{CM}_{\text{tratamento}}$  : valor do crescimento micelial de cada tratamento.

### 3.6 SENSIBILIDADE DA ESPORULAÇÃO AOS TRIAZÓIS

Após a avaliação do crescimento micelial realizou-se a contagem de esporos. Para isso, foi preparada uma suspensão de esporos para cada tratamento através da adição de 10 mL de água destilada às placas de Petri. Com o auxílio de uma alça de Drigalsky, realizou-se uma leve fricção da colônia fúngica, de modo que fossem liberadas as estruturas reprodutivas do fungo do meio de cultura. A suspensão obtida foi filtrada em um béquer, com auxílio de um funil de vidro e camada de gaze, possibilitando a passagem da suspensão aquosa contendo os esporos, mas retendo os demais materiais, como as hifas. A suspensão foi homogeneizada e em seguida, quantificado o número de conídios com o auxílio de um hemacitômetro (câmara de Neubauer) (CRUZ et al., 2014).

Para o cálculo da porcentagem de inibição da esporulação (PIE) (EDGINGTON; KHEW; BARRON, 1971), aplicou-se a fórmula:

$$PIE = \frac{Esp_{\text{testemunha}} - Esp_{\text{tratamento}}}{Esp_{\text{testemunha}}} \times 100 \quad (\text{eq. 2})$$

Em que,

PIE : porcentagem de inibição da esporulação;

$Esp_{\text{testemunha}}$  : valor da esporulação da testemunha (controle); e

$Esp_{\text{tratamento}}$  : valor da esporulação de cada tratamento.

### 3.7 ANÁLISE DA DOSE EFETIVA (ED) E EFICIÊNCIA

Os valores de PICs e PIEs foram utilizados para determinar a ED50 e ED100 (concentração do ingrediente ativo do fungicida necessária para inibir em 50% e 100% do crescimento micelial e esporulação do patógeno) (TAVARES; SOUZA, 2005; RAMPERSAD et al., 2012; BAMPI et al. 2013) por meio do ajuste das equações de regressão obtido com auxílio do programa estatístico R versão 3.1 e do programa Polo-PC.

Após o cálculo do ED50, os fungicidas foram classificados quanto a eficiência, segundo a escala de Edgington, Khew e Barron (1971), em que:

ED50 < 1 ppm: alta eficiência (AE);

ED50 1-10 ppm: moderada eficiência (ME);

ED50 10 - 50 ppm: baixa eficiência (BE); e

ED 50 > 50 ppm: insensibilidade (I).

O isolado de *C. gloeosporioides* foi classificado em 4 categorias de sensibilidade aos fungicidas (EDGINGTON; KHEW; BARRON, 1971), em que:

ED50 < 1 ppm: alta sensibilidade (AS);

ED50 1-10 ppm: moderada sensibilidade (MS);

ED50 10-50 ppm: baixa sensibilidade (BS); e

ED50 > 50 ppm: insensibilidade (I).

### 3.8 ANÁLISE DE DADOS

Os dados do crescimento micelial e da esporulação foram submetidos à análise de variância e quando significativos a nível de 5% de probabilidade o fator quantitativo (concentrações) foi avaliado por meio de análise de regressão e o fator qualitativo (fungicidas) pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R versão 3.1. e Polo-PC.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 SENSIBILIDADE DO CRESCIMENTO MICELIAL AOS TRIAZÓIS

Os resultados obtidos nas avaliações com os diferentes ingredientes ativos do grupo químico de fungicidas inibidores da síntese de esteróis (triazóis) nas concentrações testadas, sobre a inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2** – Valores médios do crescimento micelial (cm) de *C. gloeosporioides* sob a ação de fungicidas triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Fungicida	Concentrações (ppm)				
	1	10	100	500	1000
T1	5.39f	5.36e	5.01e	4.02d	1.74e
T2	5.72e	5.53e	5.29d	3.86e	2.64c
T3	5.75e	5.73d	5.65c	4.88b	2.33d
T4	5.93d	5.90c	4.92e	3.72e	1.66e
T5	6.15c	6.15c	5.27d	4.07d	1.05f
T6	6.17c	6.10c	5.97b	1.50j	0.46h
T7	6.57b	6.19c	5.63c	2.86h	0.85g
T8	6.06c	6.18c	5.64c	3.27g	1.22f
T9	6.34c	5.77d	5.56c	3.58f	2.79c
T10	6.62b	6.54b	6.14b	2.94h	0.86g
T11	6.47b	6.37b	5.77c	1.84i	0.00i
T12	5.96d	5.20f	2.00h	0.00l	0.00i
T13	6.43b	6.02c	4.69f	4.28c	3.80b
T14	6.01d	6.01c	1.52i	0.00l	0.00i
T15	5.57f	5.45e	4.47f	1.42j	0.82g
T16	5.56f	5.46e	3.21g	0.60k	0.00i
T17	5.56f	2.19g	2.00h	0.72k	0.00i
<b>Tebuconazol</b>	<b>1.83g</b>	<b>0.30h</b>	<b>0.00j</b>	<b>0.00l</b>	<b>0.00i</b>
<b>Testemunha</b>	<b>7,14a</b>	<b>7,14a</b>	<b>7,14a</b>	<b>7,14a</b>	<b>7,14a</b>

Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo teste Scott-knott.

A interação entre os fatores estudados foi significativa a 5% de probabilidade e todos os tratamentos com os fungicidas a base de triazóis

diferiram do tratamento controle (testemunha), sendo que a resposta de sensibilidade do patógeno variou de acordo com o fungicida testado.

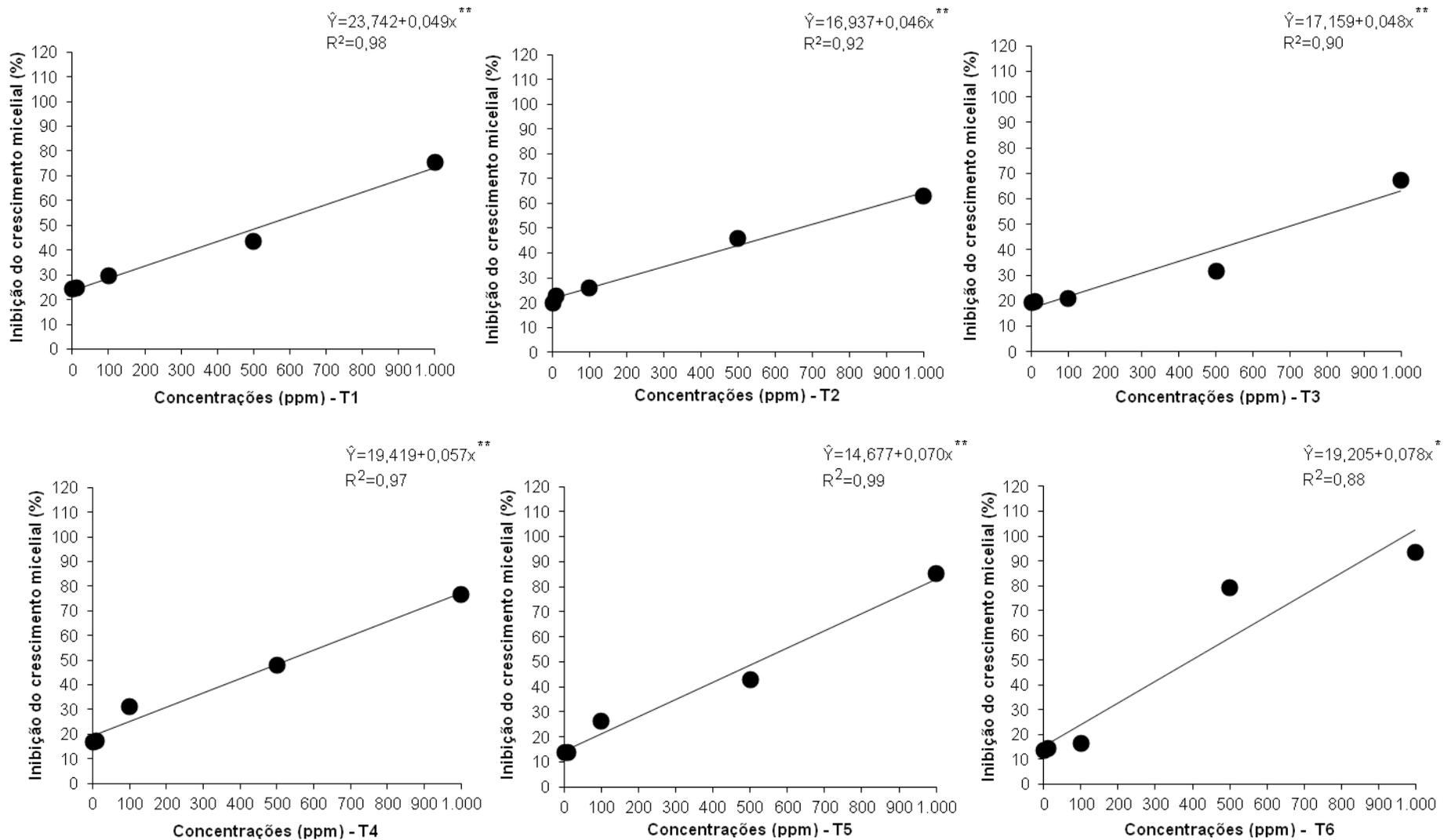
O coeficiente de variação (CV%) encontrado neste estudo foi da ordem de 24,89%. A análise qualitativa dos dados realizada por meio do teste de agrupamento de médias Scott-Knott resultou na formação de 7, 8 e 10 grupos para as concentrações de 1, 10 e 100 ppm, respectivamente. Para as concentrações de 500 e 1000 ppm foram verificados os melhores efeitos fungicidas havendo formação de 12 e 9 grupos de médias, respectivamente.

Os triazóis sintetizados a partir do glicerol mais eficientes foram T11, T12, T14, T16 e T17, os quais não permitiram crescimento micelial (0 cm de diâmetro radial médio), igualando-se ao triazol comercial tebuconazol. Os triazóis menos eficientes foram T9 e T13 apresentando 2,79 e 3,80 cm quando submetidos a maior concentração testada.

A síntese de novos compostos triazólicos tem sido realizada em diversas pesquisas e os resultados dos testes de eficiência demonstram que tais fungicidas possuem ação inibitória para o crescimento de uma ampla gama de espécies, incluindo algumas do gênero *Colletotrichum*, como *C. capsici* (DESAI et al., 2013), *C. gossypii* (CAO et al., 2008) e *C. falcatum* (POCHAMPALLI et al., 2012; SINGH; PANDEY; SENGUPTA, 2012).

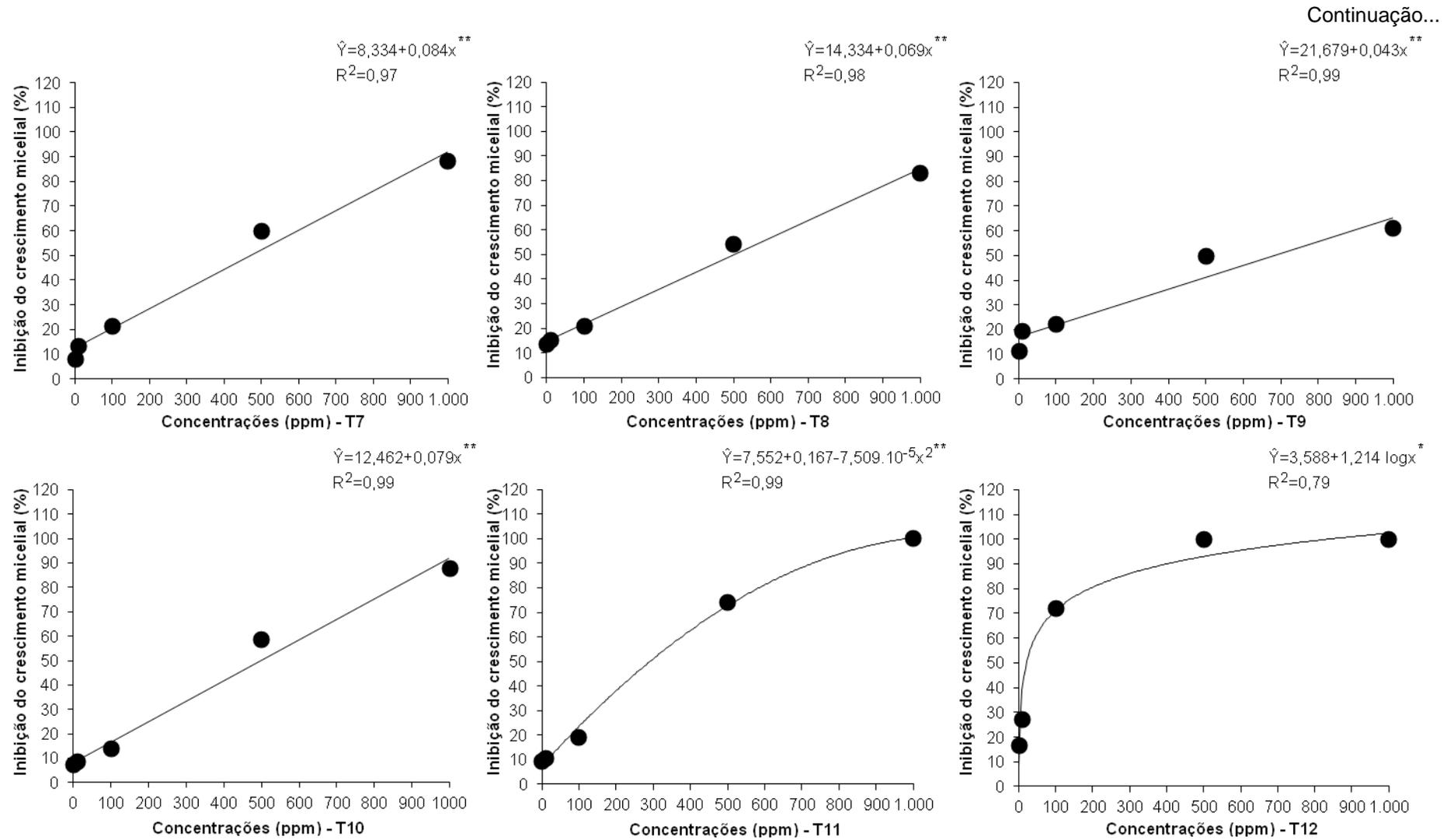
Para a espécie *C. gloeosporioides* são escassos estudos que envolvam síntese de novos compostos para seu manejo. Dentre os estudos encontrados destaca-se o realizado por Bassyouni et al. (2014), que observaram que os compostos que possuíam anel triazólico em sua estrutura apresentaram boa capacidade de inibição micelial de *C. gloeosporioides*.

Os resultados quantitativos obtidos por meio da análise de regressão, demonstraram que o comportamento da maioria das concentrações avaliadas foi melhor ajustado pelo modelo linear de regressão (Figura 5). Para todos os tratamentos utilizados, foi verificada inibição no crescimento vegetativo do patógeno, observando-se que quanto maior a concentração testada maior o efeito fungistático e/ou fungicida.



**Figura 5** – Porcentagem de inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* submetidos a diferentes concentrações de seis fungicidas inéditos do grupo químico triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

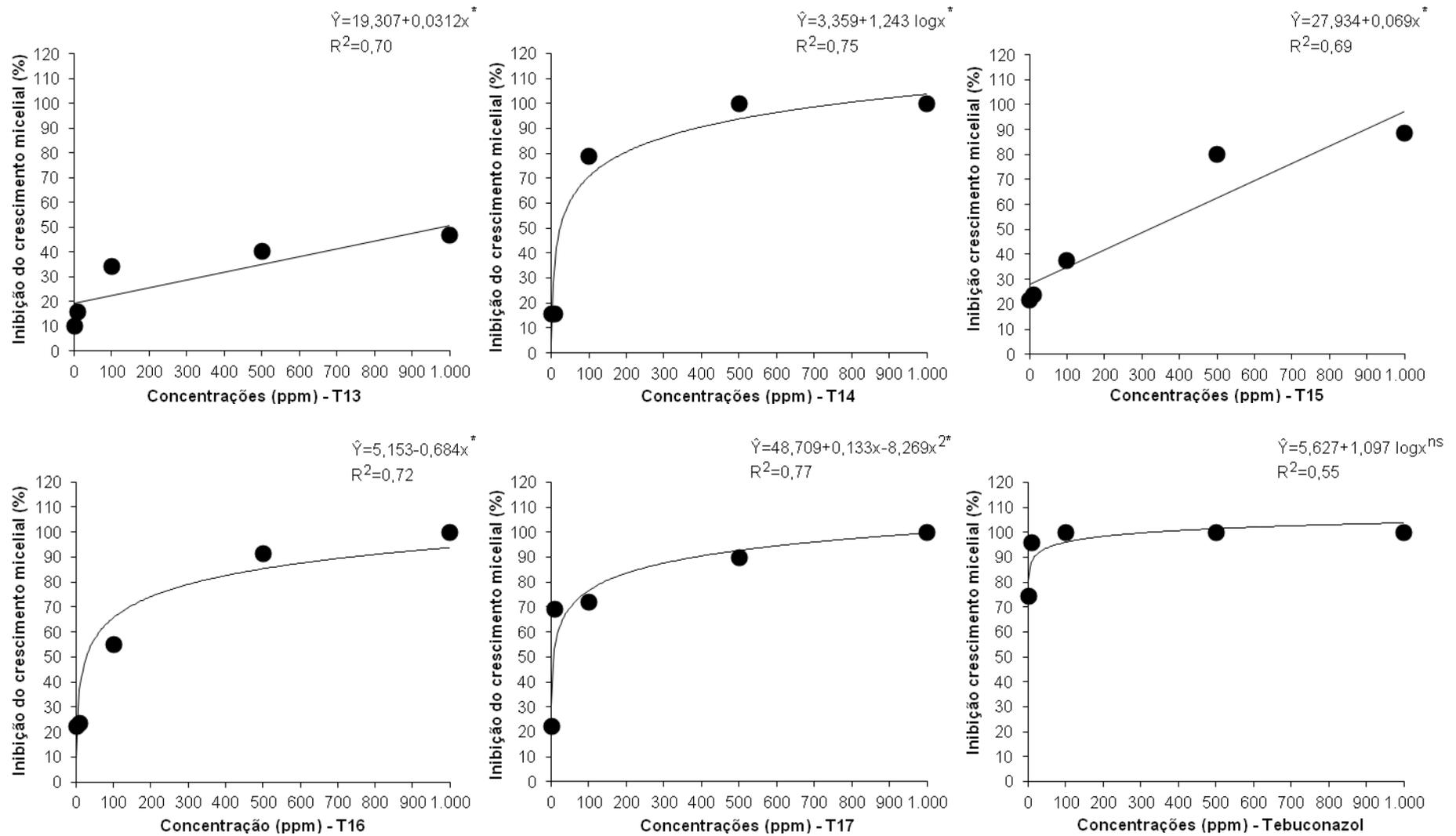
Continua...



**Figura 5** – Porcentagem de inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* submetidos a diferentes concentrações de seis fungicidas inéditos do grupo químico triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Continua...

Continuação...



**Figura 5** – Porcentagem de inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* submetidos a diferentes concentrações de seis fungicidas inéditos e um fungicida comercial (Tebuconazol) do grupo químico triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Dos novos triazóis sintetizados a partir do glicerol, os que apresentaram maior inibição foram os denominados T12 e T14, que inibiram 100% do crescimento micelial a partir da concentração de 500 ppm, no entanto, é válido ressaltar que os triazóis T11, T16 e T17 impetraram o mesmo efeito somente na concentração de 1000 ppm, onde pode ser observada a morte do patógeno, sendo que o triazol comercial utilizado (tebuconazol) apresentou o mesmo resultado a partir das concentrações de 100 ppm.

O melhor efeito dos triazóis T12 e T14 pode ser explicado por meio de sua estrutura química e tamanho da cadeia lateral (R funcional), conseguindo melhor eficiência na demetilação da enzima P450<sub>14 $\alpha$ -dm</sub> da molécula de esterol, atuando assim com maior eficácia nas funções específicas dos esteróis na constituição da membrana celular fúngica, que de acordo com o FRAC (2014) leva a um desequilíbrio entre os lipídeos da membrana, promovendo desorganização da estrutura celular, o que pode levar o fungo à morte.

Com concentrações elevadas de fungicidas observa-se o dano direto sobre a membrana assim como alterações morfológicas, que se caracterizam por inchamento das células, vacualização excessiva, septação incompleta, aparecimento de vesículas e a formação de inclusões membranosas (ZAMBOLIM, VENÂNCIO E OLIVEIRA, 2007). De acordo com os autores, o nível de inibição da P450 é variável de composto para composto, de modo que o grau de eficiência dos diversos fungicidas é variável.

Os demais triazóis avaliados apresentaram efeito fungistático, ou seja, retardaram o crescimento e desenvolvimento do fungo, no entanto, não causaram completa inibição do patógeno, chegando a apresentar, em alguns casos (T6, T7, T10 e T15), na concentração mais elevada testada (1000 ppm) valores bem próximos a 100% de inibição.

Estudos têm demonstrado a eficiência de fungicidas triazóis no controle do gênero *Colletotrichum*, corroborando assim com os resultados encontrados neste estudo.

Dentre estes estudos, Fischer et al. (2012) analisaram o fungicida tebuconazol, verificando que o mesmo apresenta de moderada a alta eficácia na redução do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* em goiaba. Para este último patógeno, este fungicida foi o único que inibiu totalmente o crescimento micelial na dose de 100 mg.L<sup>-1</sup>. Os autores ainda constataram diferenças na sensibilidade dos fungicidas testados entre isolados destas mesmas espécies, o que sugere haver certa resistência aos produtos. Por certos patógenos virem a tornarem-se resistentes à determinadas moléculas químicas, faz-se necessário alternar ou trocar os compostos no manejo das doenças.

Ferreira et al. (2009) avaliando os fungicidas triazólicos tetraconazol e triadimenol no controle *in vitro* de *C. gloeosporioides* verificaram que com o aumento da concentração diminuía-se o crescimento, o que corrobora com os resultados obtidos neste estudo, sendo que os fungicidas inibiram o crescimento micelial a partir das concentrações de 25 e 500 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente, tendo o fungo alta sensibilidade ao tetraconazol.

Gopinath, Radhakrishnan e Jayaraj (2006) analisaram o efeito de triazóis no controle da antracnose do pimentão causada por *C. capsici*, e relataram que o fungicida propiconazol propiciou o mais alto nível de inibição do crescimento micelial deste fungo, seguido do triazol difenoconazol. Os autores ainda relatam que o propiconazol na dose de 5 µg.mL<sup>-1</sup> paralisou completamente o crescimento deste fungo.

Os valores da ED50 e ED100 calculadas a partir dos modelos obtidos na análise de regressão, demonstraram que para o crescimento micelial o fungicida T13 foi o que apresentou a maior ED50 984,07 ppm e T17 exibiu a menor (10,14 ppm). Quanto a ED100 foi verificado que T13 apresentou a maior, necessitando 2.587,15 ppm para inibir 100% do crescimento de *C. gloeosporioides*, já T14 foi o fungicida que apresentou a menor ED100, com 393,79 ppm. Para o tratamento com o fungicida comercial tebuconazol foram verificados os menores valores de ED50 e ED100 (Tabela 3).

**Tabela 3** – Concentração inibitória de 50% (ED50) e 100% (ED100) do crescimento micelial de *C. gloeosporioides*. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Fungicida	ED <sub>50</sub> (ppm)	ED <sub>100</sub> (ppm)	E <sup>1</sup>	S <sup>2</sup>
T1	529,50	1.537,77		
T2	715,72	1.798,08		
T3	682,63	1.721,94		
T4	529,94	1.396,40		
T5	502,20	1.213,07		
T6	394,80	1.035,83		
T7	496,02	1.091,26		
T8	519,76	1.248,41		
T9	661,69	1.829,91		
T10	471,86	1.100,37		
T11	290,58	981,09		
T12	18,14	414,17	BE	BS
T13	984,07	2587,15		
T14	20,83	393,79	BE	BS
T15	319,79	1.044,53		
T16	25,71	858,59	BE	BS
T17	10,14	965,8	BE	BS
<b>Tebuconazol</b>	0,26,	35,32	AE	AS

Onde: <sup>1</sup>Eficiência dos fungicidas, em que: AE= alta eficiência; ME= moderada eficiência; BE= baixa eficiência; e I= insensibilidade. <sup>2</sup>Sensibilidade de *C. gloeosporioides* aos fungicidas, em que: AS= alta sensibilidade; MS= moderada sensibilidade; BS= baixa sensibilidade; e I= insensibilidade.

Neste estudo, foi observado que a maioria dos novos triazóis testados mostraram para o crescimento micelial valores de ED50 maiores que 50 ppm, constatando a insensibilidade dos fungicidas e do patógeno de acordo com a classificação Edgington, Khew e Barron (1971). Isto pode ser explicado pelos grupos funcionais ligados ao anel 1,2,3-triazol, denotando que os fungicidas sintetizados a partir do glicerol devem conter grupos funcionais mais eficientes, capazes de inibir o crescimento do patógeno em concentrações abaixo de 50ppm.

Trabalhando com o mesmo patossistema Tavares e Souza (2005) verificaram que dentre os fungicidas inibidores da síntese de esteróis os triazóis comerciais propiconazol e tebuconazol demonstraram alta eficiência com ED50 calculada menor que 1 ppm, corroborando com os resultados encontrados para tebuconazol neste estudo, sendo a ED100 chamada pelo autor de CMI (concentração mínima inibitória) estimada entre 1 e 10 ppm diferindo dos valores encontrados no presente estudo.

Tal diferença pode ser explicada pela variabilidade genética encontrada na espécie estudada (GUPTA et al., 2010; KAMLE et al., 2013; GAUTAM, 2014).

Sartori e Maringoni (2008) avaliando o efeito de fungicidas no crescimento micelial de isolados de *C. lindemuthianum*, observaram alta sensibilidade deste patógeno ao triazol propiconazol. Dos vinte isolados avaliados, dezenove apresentaram ED50 menor que 1 ppm e somente um com ED50 entre 1 e 10 ppm.

Contudo, embora os resultados bem-sucedidos quanto à eficiência dos triazóis na inibição do crescimento micelial e esporulação de inúmeros patógenos, são demonstrados também em estudos que os resultados nem sempre são promissores. Sumida et al. (2014) trabalhando com testes de inibição *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum* utilizando diversos fungicidas, dentre eles o triazol tebuconazol, verificaram que este não foi eficiente tanto no crescimento quanto esporulação do patógeno.

Zancan et al. (2012) estudando o patossistema *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro observaram que fluquinconazol, triazol comumente utilizado no tratamento de sementes, não inibiu completamente, em nenhuma das concentrações testadas (5, 10, 50, 100 e 500 ppm), os dois isolados de *S. sclerotiorum* estudados, demonstrando somente efeito fungistático sobre as estruturas do patógeno.

Spolti et al. (2014) avaliando a sensibilidade de *Fusarium graminearum* ao fungicida tebuconazol concluíram que os isolados do patógeno apresentaram resistência ao triazol estudado.

## 4.2 SENSIBILIDADE DA ESPORULAÇÃO AOS TRIAZÓIS

Os fungicidas avaliados no presente ensaio *in vitro* diferiram significativamente da testemunha, havendo interação significativa a 5% de probabilidade entre os fatores estudados. Os tratamentos avaliados reduziram significativamente a produção de esporos de *C. gloeosporioides* (Tabela 4).

O teste qualitativo de agrupamento de médias Scott-Knott resultou na formação de 13 grupos para as concentrações de 1, 10 e 100 ppm, e para as concentrações de 500 e 1000 ppm houve formação de 7 e 5 grupos de média, respectivamente. O coeficiente de variação (CV%) encontrado para a esporulação neste estudo foi da ordem de 25,98%.

**Tabela 4** – Valores médios de esporos.mL<sup>-1</sup> de *C. gloeosporioides* sob a ação de fungicidas triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

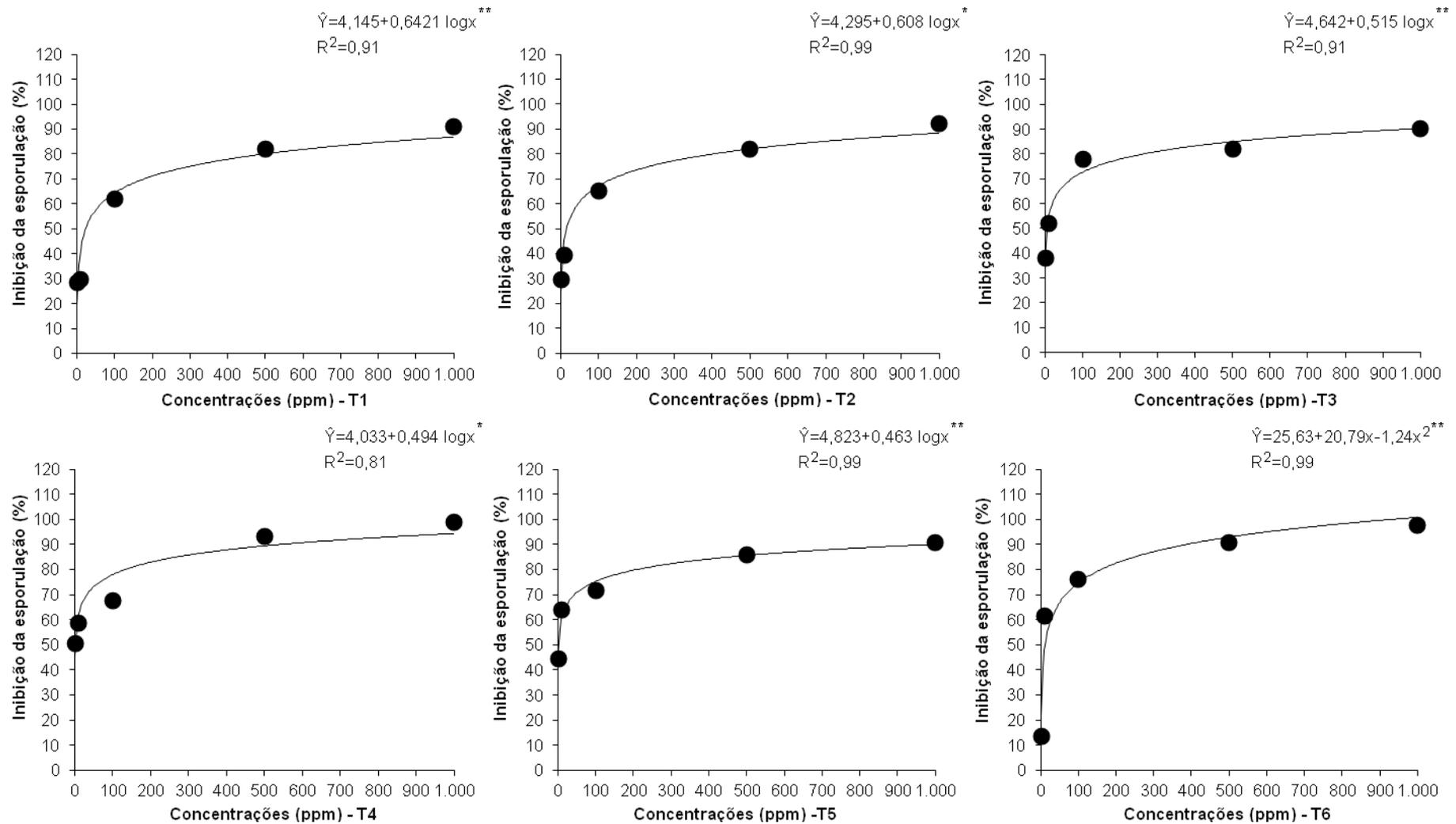
Fungicida	Concentrações (ppm)				
	1	10	100	500	1000
T 1	148,28b	145,33b	78,78b	37,40b	18,61b
T2	145,15b	125,40c	71,61c	37,66b	17,51b
T3	128,30c	99,06d	45,69g	37,04b	19,83b
T4	102,16e	85,48e	66,66d	13,79e	2,49d
T5	114,46d	74,59g	58,13e	28,10c	19,00b
T6	112,30d	79,54f	49,54f	19,34d	4,68c
T7	86,72f	46,18j	30,28i	12,26e	2,99d
T8	83,04g	74,41g	41,60g	10,20e	3,45c
T9	66,56i	53,29i	35,39h	18,60d	1,45d
T10	72,74h	54,16i	49,15f	14,39e	1,53d
T11	71,76h	39,51k	30,55i	1,96f	0,00e
T12	81,71g	46,26j	10,88k	0,00g	0,00e
T13	34,45l	25,65l	21,34j	15,04e	9,63c
T14	55,73j	42,48k	8,36k	0,00g	0,00e
T15	56,71j	38,59k	34,06h	18,88d	6,21c
T16	66,30i	63,03h	4,50l	0,28g	0,00e
T17	42,26k	25,66l	1,90l	0,69g	0,00e
<b>Tebuconazol</b>	<b>9,35m</b>	<b>3,28m</b>	<b>0,00m</b>	<b>0,00g</b>	<b>0,00e</b>
<b>Testemunha</b>	<b>206,70a</b>	<b>206,70a</b>	<b>206,70a</b>	<b>206,70a</b>	<b>206,70a</b>

Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo teste Scott-knott.

Com base nos resultados verificou-se que o efeito dos fungicidas sobre a esporulação foi maior do que sobre crescimento micelial, evidenciando assim o bom desempenho antiesporulante dos fungicidas estudados. Este fato pode ser explicado pela elevada ação antiesporulante que os triazóis possuem, uma vez que estes fungicidas têm como principais características: penetração e translocação rápidas, ação curativa sobre infecções já iniciadas e ação tóxica sobre a esporulação e germinação de esporos (FORCELINI, 1994; ZAUZA et al., 2008).

Os triazóis que possuíram maior eficácia na inibição da esporulação do patógeno foram T11, T12, T14, T16 e T17, apresentando nas concentrações mais elevadas total inibição da esporulação, igualando-se ao triazol comercial tebuconazol. Os fungicidas menos eficientes foram T1, T2, T3 e T5 com 18,61; 17,51; 19,83; 19,00 esporos.mL<sup>-1</sup>, na maior concentração testada, quando comparados com o controle.

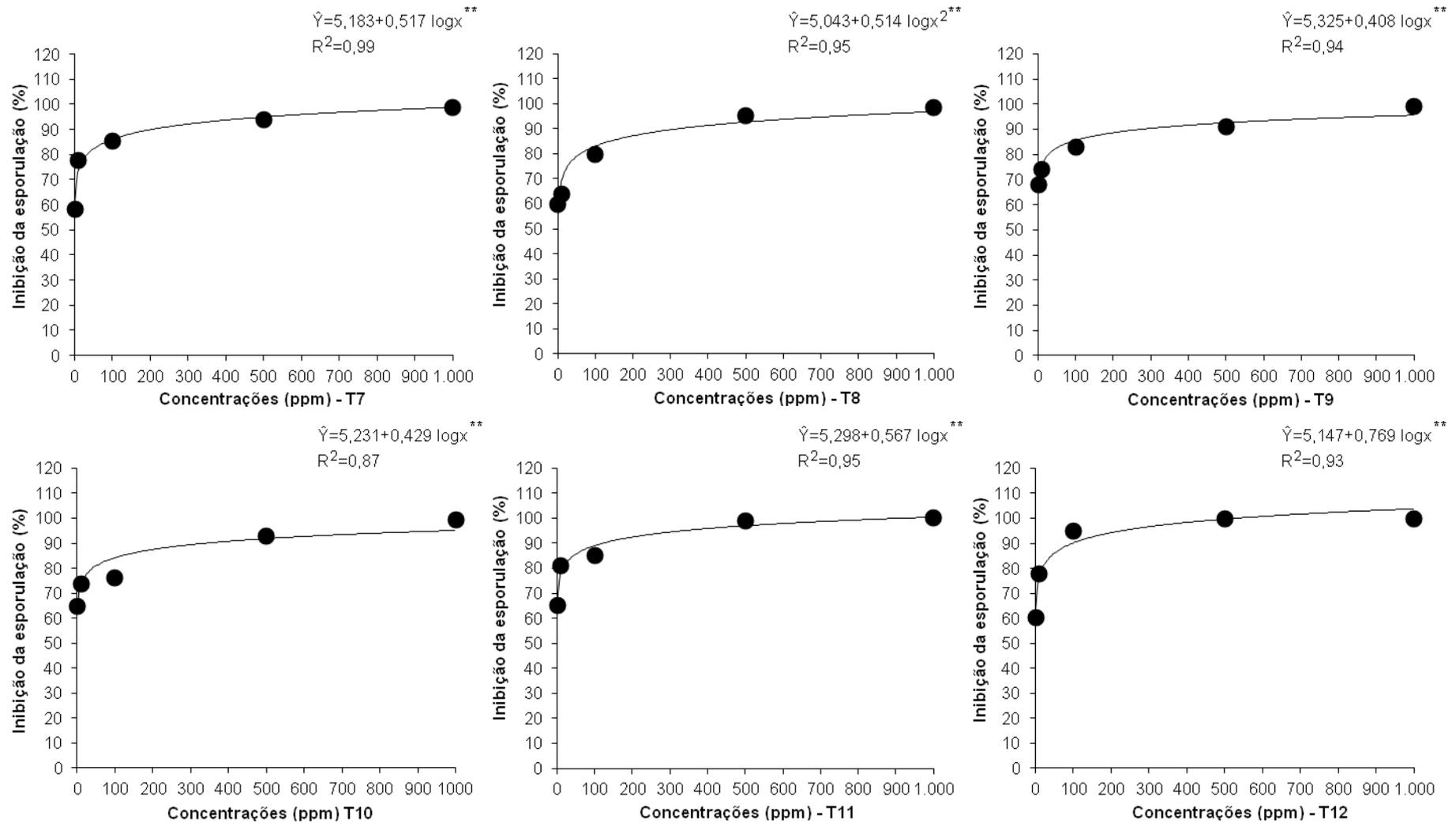
A curva de porcentagem de inibição da esporulação de *C. gloeosporioides* (Figura 6) mostra que o comportamento das concentrações avaliadas foi melhor ajustado pelo modelo logarítmico de regressão. Para todos os tratamentos utilizados, foi verificada inibição da reprodução do patógeno em relação ao controle, observando-se que quanto maior a concentração testada maior o efeito fungistático e/ou fungicida assim como o observado para o crescimento micelial, ou seja, as concentrações de 500 e 1000 ppm foram as que possuíram maior efeito inibitório em todos os fungicidas avaliados.



**Figura 6** – Porcentagem de inibição da esporulação de *C. gloeosporioides* submetidos a diferentes concentrações de seis fungicidas inéditos do grupo químico triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Continua...

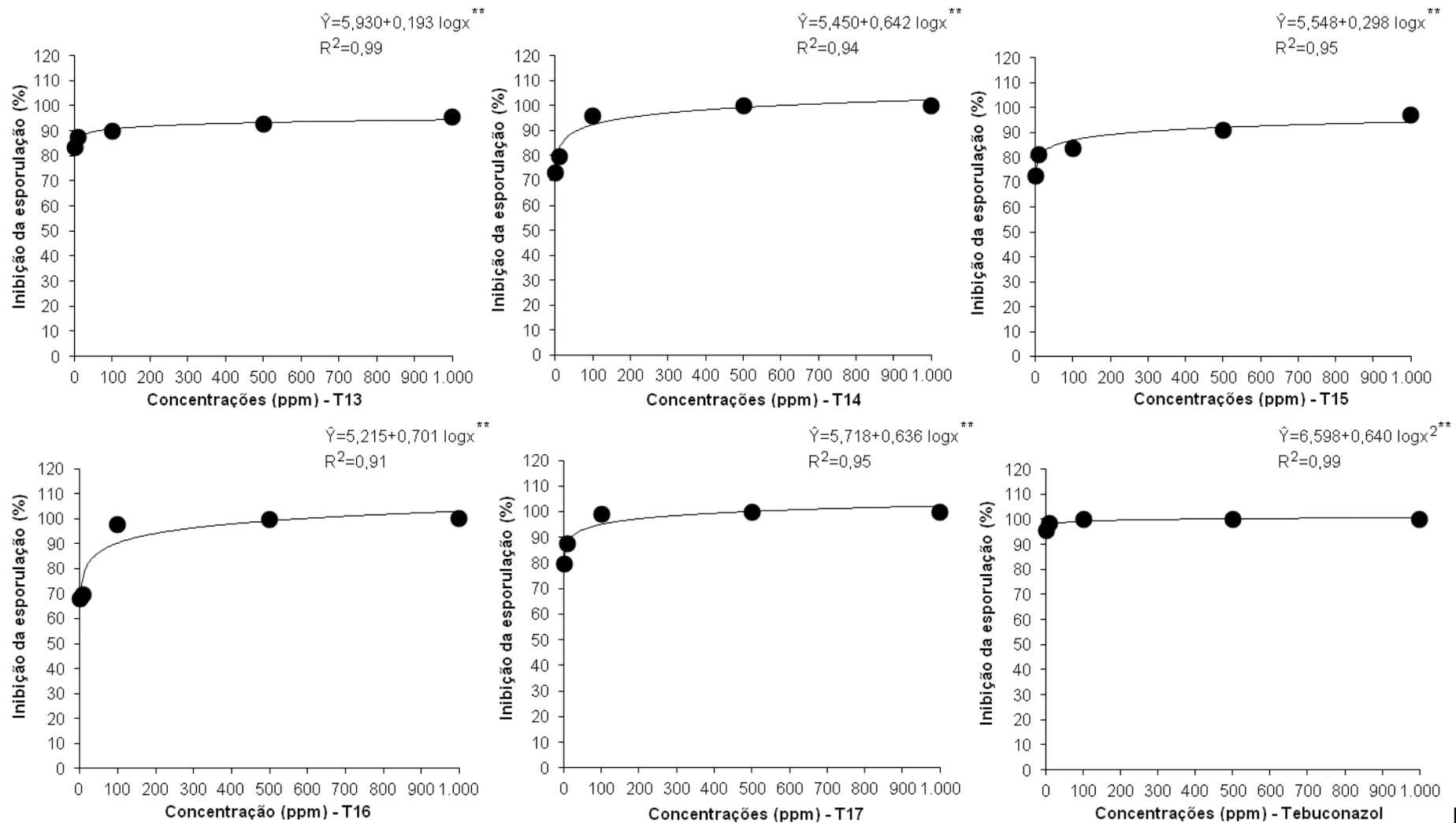
Continuação...



**Figura 6** – Porcentagem de inibição da esporulação de *C. gloeosporioides* submetidos a diferentes concentrações de seis fungicidas inéditos do grupo químico triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Continua...

Continuação...



F

**Figura 6** – Porcentagem de inibição da esporulação de *C. gloeosporioides* submetidos a diferentes concentrações de seis fungicidas inéditos e um fungicida comercial (Tebuconazol) do grupo químico triazóis. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Dentro do grupo químico triazol existem diferenças na eficiência entre os ingredientes ativos sobre crescimento micelial e esporulação, fato este observado por Ferreira et al. (2009) para os fungicidas tetraconazol e triadimenol. De acordo com os autores, com o aumento da concentração dos fungicidas há maior inibição dos conídios sendo que para o tetraconazol a concentração de 25 ppm inibiu 100% dos conídios de *C. gloeosporioides* em cafeeiro, quanto que para triadimenol o mesmo ocorreu na concentração de 500 ppm. Tavares e Souza (2005) verificaram o mesmo efeito para tebuconazol e propiconazol sobre *C. gloeosporioides* em mamão, o que pode explicar a diferença de inibição encontrada neste estudo.

A eficiência dos triazóis em reduzir o esporulação *in vitro* também foi comprovada por Chen et al. (2014), que trabalhando com a síntese de dezoito novos compostos contendo anel 1,2,3-triazol verificaram que estes possuíam atividade fungicida moderada contra *Colletotrichum lagenarium*, inibindo 61% da reprodução do patógeno em concentração de 200 ppm. Silva et al. (2013) também trabalhando com síntese de novos 1,2,3-triazol a partir de ciclizações 1,3-dipolares intermediários aril azidas e alcinos, verificaram que estes possuem atividade fungicida contra *Aspergillus niger*.

Thomas, Adhikari e Shetty (2010) também sintetizaram uma série de derivados contendo o esqueleto triazólico. Como estratégia de síntese, os pesquisadores reuniram dois heterocíclicos biologicamente ativos, como o 1,2,3-triazol e a quinolina, em um único composto, a fim de obter derivados ainda mais ativos que os precursores isolados. Dentre os derivados sintetizados, I.3, I.4 e I.5 apresentaram atividade antibacteriana e antifúngica maior que os fungicidas padrões utilizados. Estes resultados demonstram a importância dos grupos funcionais e misturas de compostos no controle de patógenos.

Os resultados da ED50 e ED100 obtidos por meio das equações de regressão para a esporulação (Tabela 5) foram menores dos que os observados para o crescimento micelial, sendo que o fungicida T1 foi o que apresentou a maior ED50 (21,48 ppm) e T13 exibiu a menor (0,00002 ppm).

Para a ED100 foi verificado que T1 apresentou o maior valor (1.439,60 ppm), já T14 foi o fungicida que apresentou a menor ED100 (390,79 ppm),

seguido do T12 (400,09 ppm). Para o tratamento com o fungicida comercial tebuconazol foram verificados os menores valores de ED50 e ED100, assim como o observado para o crescimento micelial.

**Tabela 5** – Concentração inibitória de 50% (ED50) e 100% (ED100) da esporulação de *C. gloeosporioides*. CCA-UFES, Alegre, ES, 2014.

Fungicida	ED <sub>50</sub> (ppm)	ED <sub>100</sub> (ppm)	E <sup>1</sup>	S <sup>2</sup>
T1	21,48	1.439,60	BE	BS
T2	14,45	1.384,10	BE	BS
T3	4,97	1.425,83	ME	MS
T4	0,98	1.048,40	AE	AS
T5	2,41	1.425,00	ME	MS
T6	10,70	1.112,17	BE	AS
T7	0,44	1.069,37	AE	AS
T8	0,83	1.098,15	AE	AS
T9	0,16	1.023,94	AE	AS
T10	0,29	1.016,99	AE	AS
T11	0,29	800,18	AE	AS
T12	0,64	400,09	AE	AS
T13	0,00002	1.268,59	AE	AS
T14	0,20	390,79	AE	AS
T15	0,01	1.234,53	AE	AS
T16	0,49	556,78	AE	AS
T17	0,07	568,89	AE	AS
<b>Tebuconazol</b>	<1	13,71	AE	AS

Onde: <sup>1</sup>Eficiência dos fungicidas, em que: AE= alta eficiência; ME= moderada eficiência; BE= baixa eficiência; e I= insensibilidade. <sup>2</sup>Sensibilidade de *C. gloeosporioides* aos fungicidas, em que: AS= alta sensibilidade; MS= moderada sensibilidade; BS= baixa sensibilidade; e I= insensibilidade.

As classificações de eficiência dos fungicidas e sensibilidade do patógeno demonstraram que a maioria dos novos triazóis foram altamente eficientes na inibição da esporulação. Os triazóis T1, T2 e T6 apresentaram baixa eficiência, T3 e T5 moderada eficiência e os demais triazóis foram altamente eficientes, com valores de ED50 menores que 1ppm. A redução da esporulação de um patógeno é de grande importância, uma vez que a inibição ou morte dessas estruturas está diretamente ligada à reprodução da espécie e sua disseminação, afetando assim sua propagação e ciclo reprodutivo.

Deste modo, ao relacionar a eficiência dos fungicidas avaliados neste estudo com o momento de aplicação no ciclo do patógeno pode-se inferir que o período mais adequado para a aplicação dos fungicidas é durante a

produção do inóculo inicial, uma vez que os produtos apresentaram melhor eficácia sobre a esporulação de *C. gloeosporioides*.

Podendo alterar desta forma, o ciclo primário da doença que se inicia a partir de estruturas de sobrevivência do agente causal ou ainda a partir da fase saprofítica desenvolvida em restos de cultura ou matéria orgânica do solo, visto que o patógeno, na maioria das vezes, inicia sua infecção durante a fase de frutificação, mantendo-se em quiescência até a fase de maturação dos frutos.

A aplicação do fungicida no inóculo inicial poderá evitar ou alterar ainda o ciclo secundário da doença que se desenvolve a partir do inóculo produzido no fim do ciclo primário, sendo responsável pelo aumento da intensidade da doença, isto é, aumento do número de lesões nos órgãos afetados, que está diretamente ligado à severidade da doença.

Pesquisas têm demonstrado a importância do poder antiesporulante de diversos fungicidas pertencentes ao grupo químico triazol, assim como mencionado abaixo. Holb e Schnabel (2007) verificaram que a sensibilidade de *Monilinia fructicola* frente aos fungicidas tebuconazol, propiconazol e fenbuconazol, sendo tebuconazol e fenbuconazol os mais eficientes no controle do patógeno, com valores médios de ED50 entre 0,018-0,023 ppm.

Bampi et al. (2013) analisaram os triazóis comerciais tebuconazol, propiconazol, epoxiconazol, tetraconazol, metconazol e ciproconazol no manejo da mancha-de-macrospora, causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora*, concluindo que tais produtos possuem atividade fungitóxica altamente eficiente com concentração inibitória de 50% (ED50) entre 0,040 a 0,063 ppm e concentração inibitória de 100% entre 1 a 10 ppm.

Kokkonen, Magan e Medina (2014) trabalhando com *F. sporotrichioides* e *F. langsethiae* em aveia constataram para o tebuconazol que os valores ED 50 variaram de 0,34 a >1.0 ppm, no caso de *F. sporotrichioides*. Para *F. langsethiae*, esses valores foram de 0,31 a >1.0 ppm.

Schmitz et al. (2014) estudaram a sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas, dentre eles os triazóis ciproconazol, metconazol, epoxiconazol e tebuconazol, verificando valor médio de ED50 de 0,01 ppm,

sendo os isolados do patógeno classificados como altamente sensíveis aos fungicidas, demonstrando assim a alta eficiência dos fungicidas triazóis pertencentes ao grupo dos DMIs.

De acordo com Reis, Reis e Carmona (2010) uma substância química para ser fungicida não precisa necessariamente inibir completamente o crescimento do fungo, podendo apenas inibir o crescimento micelial ou a esporulação, sendo chamadas de substâncias “fungistáticas” e “antiesporulantes”. Este enfoque é de significativa importância, uma vez que produtos que exibem alto poder toxicológico contra patógenos podem apresentar sintomas de fitotoxidez em diversos órgãos da planta, sendo estes mais intensos nas doses mais elevadas, impossibilitando seu uso no caso de manejo pós-colheita em mamoeiro a exportação de frutos. Diante disso, mesmo que alguns fungicidas avaliados neste estudo não tenham tido alta eficiência, estes devem ser estudados em testes *in vivo* para confirmação de sua ação sob o patógeno, levando em consideração análises de fitotoxidez e efeito residual.

## 5. CONCLUSÕES

Os compostos com anel 1,2,3-triazol sintetizados a partir do glicerol possuíram atividade fungicida sobre *C. gloeosporioides*, sendo promissores para o manejo de *C. gloeosporioides* em mamoeiro;

Quanto maior a concentração testada maior o efeito fungistático e/ou fungicida dos compostos triazólicos;

O efeito inibitório dos fungicidas triazóis sobre a esporulação foi mais eficiente em relação ao crescimento micelial;

Os triazóis T12 e T14 apresentaram a maior inibição (tanto do crescimento micelial quanto da esporulação) de *C. gloeosporioides*. É válido ressaltar que além destes os triazóis T11, T16, T17 também apresentaram a completa inibição do patógeno em concentrações acima de 500 ppm, merecendo ser também estudados em experimentos futuros; e

Os valores médios de ED50 e ED100 foram menores para esporulação em relação ao crescimento micelial, demonstrando a eficiência antiesporulante dos novos triazóis sintetizados a partir do glicerol.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo traz avanços significativos para o manejo da antracnose do mamoeiro e síntese de novos produtos fungicidas, além de ser um dos primeiros estudos que aborda o aproveitamento do glicerol, subproduto do biodiesel, o qual é considerado sério problema devido a sua produção em larga escala, acarretando diversos danos ao meio ambiente. O estudo é inovador e os resultados obtidos no mesmo podem contribuir em programas de manejo integrado na cultura do mamoeiro.

Ensaio *in vivo* e a campo deverão ser realizados para confirmar a ação fungicida dos novos compostos sintetizados, devendo-se levar em consideração a síntese e avaliação de compostos com grupos laterais mais eficazes e a mistura de compostos elevando assim, o poder fungicida das substâncias sintetizadas a partir do glicerol no controle de *C. gloeosporioides*.

É importante enfatizar, que devido aos poucos produtos registrados para o manejo da antracnose e o risco de desenvolvimento de resistência por parte do patógeno aos fungicidas, a síntese de novos compostos é primordial para o manejo da doença.

## 7. REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. Plant diseases caused by fungi. In: AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5 ed. New York: Elsevier Academic, 2005. p. 385-614.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de pragas**, Brasília, DF, 2014. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso: 30 mai. 2014.

ALVAREZ, A. M.; NISHIJIMA, W. T. Postharvest diseases of papaya. **Plant Disease**, Saint Paul, v.71, n.8, p.681-686, 1987.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. v. 1, 4 ed. São Paulo: Ceres, 2011. 704 p.

ANDRADE, E. M. et al. Caracterização morfocultural e molecular de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* patogênicos ao mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.21-31, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v32n1/03.pdf>>. Acesso: 06 mar. 2014.

ARAUZ, L. F. Mango Anthracnose: Economic Impact and Current Options For Integrated Management. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, n. 6, p.600-611, 2000. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.2000.84.6.600>>. Acesso: 30 mar. 2014.

BAMPI, D. et al. Sensibilidade de *Stenocarpella macrospora* a fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 787-795, 2013.

BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. F. **Química Medicinal: As Bases Moleculares de ação de Fármacos**. 2º ed. Porto Alegre: Artmed, 2008, p.53.

BASSYOUNI, F. A. et al. Antimicrobial, anti-inflammatory, and antinociceptive activities of triazole, pyrazole, oxadiazine, oxadiazole, and sugar hydrazone-5-nitroindoline-2-one derivatives and a study of their computational chemistry: part II. **Egyptian Pharmaceutical Journal**, Cairo, v.11, p.136–143, 2012.

BONETT, L. P. et al. Caracterização morfocultural e infecção cruzada de *Colletotrichum gloeosporioides* agente causal da antracnose de frutos e hortaliças em pós-colheita. **Ambiência**, Guarapuava, v.6, n.3, p.451-463, 2010. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/623/1146>>. Acesso: 06 mar. 2014.

BONETT, L. P. et al. Extrato etanólico de representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.7, n.3, p.116-125, 2012. Disponível em: <<http://orgprints.org/22809/1/10100-54118-1-PB.pdf>>. Acesso: 06 mar. 2014.

BORGATI, T. F. et al. Synthesis and phytotoxic activity of 1,2,3-triazole derivatives. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v.24, n.6, p. 953-961, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbchs/v24n6/v24n6a09.pdf>>. Acesso: 28 mai. 2014.

CAPDEVILLE, G.; SANTOS, J.R.P. **Metodologia para seleção e teste de microrganismos epífitas de frutos de mamão para utilização em controle biológico contra *Colletotrichum gloeosporioides***. Brasília: EMBRAPA, 2005. 21 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/187045/1/bp118.pdf>>. Acesso: 30 mar. 2014.

CENCI, S. A.; FONSECA, M. J. O.; FREITAS-SILVA, O. Procedimentos pós-colheita. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, C. A. U (Orgs.). **Mamão: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p.33-36. (Coleção Frutas do Brasil, v.21).

CHEN, G. et al. Synthesis and antifungal activity of benzamidine derivatives carrying 1,2,3-Triazole moieties. **Molecules**, v.19, p.5674-5691, 2014.

CONCEIÇÃO, M. Segurança no manuseio e uso de produtos fitossanitários. In: SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. A. (Eds.). **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA, 2001, p.19-37.

CONCEIÇÃO, M. Z. Segurança no manuseio e na aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L. (Eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV/DFP/DFT, 2004. p.223-250.

COSTA, A. F. S.; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (Eds.). **A cultura do mamoeiro: Tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2003. p.59-102.

COSTA, H.; VENTURA, J.A.; TATAGIBA, J. S. Severidade da antracnose e podridão peduncular do mamão no Estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, Viçosa, v.27, p.98, 2002.

CREARY, et al. Method for Assigning Structure of 1,2,3-Triazoles. **The Journal of Organic Chemistry**, Salt Lake City, v. 77, p.8756-8761, 2012.

CRUZ, T. P. et al. Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowit (citronela) contra *Fusarium solani*. **Bioscience Journal** (Online), 2014. (aceito para publicação).

DANTAS, J. L. L.; SOUZA, A. S.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. Variedades e características da planta. In: DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p.15-25.

DANTAS, S. A. F. et al. Doenças fúngicas pós-colheita em mamões e laranjas comercializados na Central de Abastecimento do Recife. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, n.5, p.528-533, 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/Edson/Desktop/Doen%C3%A7as%20p%C3%B3s-colheita%20laranja%20e%20mam%C3%A3o.pdf>. Acesso: 20 fev. 2014.

DEEPA, G., JAIN, D. K., PIYUSH, T. Emerging Trends in 1, 2, 4 Triazole as Antifunga Agents. **International Journal of Pharmaceutical**, London v.1, n.2, p.10-15, 2011.

DESAI, S. et al. Synthesis and antimicrobial activities of some new 1,2,4-triazoles derivatives. **Indian Journal Chemistry**, v. 52, p. 1176-1181, 2013.

DIAS, M. S. C.; CANUTO, R. S.; PACHECO, D. D.; MARTINS, R. N.; SILVA, J. J. C. In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENEZON, M. (Coords.). **101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007, p. 469-478.

DIAS, N. L. P.; OLIVEIRA, E. J.; DANTAS, J. L. L. Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agrônômicos e estimação de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p.1471-1479, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v46n11/v46n11a08.pdf>>. Acesso: 12 mai. 2014.

DINGES J.; LAMBERTH; C. (Eds.). **Bioactive Heterocyclic Compound Classes: Pharmaceuticals**. Weinheim: WILEY-VCH, 2012. p.3. (googlebooks)

EC. European Commission. **EC Pesticides database**, Bruxelas, BEL, 2014. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/public/?event=homepage](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/?event=homepage)>. Acesso: 30 mai. 2014.

EDGINGTON, L. V.; KHEW, K. L.; BARRON, G. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazoles compounds. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 61, p. 42-44, 1971.

EICHER, T.; HAUPTMANN, S.; SPEICHER, A. **The chemistry of heterocycles: structure, reactions, synthesis and Applications**. 3 ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2003. p.15.

EL KHADEM, H. S. The mechanism of saccharide osotriazole formation. **Carbohydrate Research**, v.313, n.4, p.255-257, 1998.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura do mamoeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura (on line), 2014. Disponível em: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas\\_pesquisadas-mamao.php&menu=2](http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-mamao.php&menu=2)>. Acesso: 12 mai. 2014.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT domains: crops**, Washington, USA, 2014. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso: 24 jun. 2014.

FERGUSON, G. et al. Diversity of reaction of azoalkenes in cycloadditions, **Journal of the Chemical Society**, Perkin Transactions 1, 1991, 12, 3361-3369.

FERREIRA, J. B. et al. Sensibilidade de *Colletotrichum gloeosporioides* (mancha manteigosa do cafeeiro) a diferentes concentrações de fungicidas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.spe, p.2052-2058, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33nspe/59.pdf>>. Acesso: 30 mar. 2014.

FERREIRA, S. B. **Síntese e Atividades Farmacológicas de Novos 1,2,3-Triazóis Glicoconjugados e Naftoquinonas**. 2008. 281f. Tese (Doutorado Química Orgânica) – Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

FIANDANESE, V. et al. . An easy access to unsymmetrically substituted 4,40-bi-1,2,3-triazoles. **Tetrahedron**, Amsterdam, v.65, n.51, p.10573–10580, 2009.

FISCHER, I. H. et al. Efeito de fungicidas e produtos alternativos no controle da antracnose e da pinta preta da goiaba. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n.6, suplemento 1, p. 2753-2766, 2012.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, C. A. U (Orgs.). **Mamão: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p.59. (Coleção Frutas do Brasil, v.21).

FORCELINI, C. A. Fungicidas inibidores da síntese de esteróis. I. Triazoles. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.2, p.335-348, 1994.

FRAC – Fungicide Resistance Action Committee. **FRAC code list ©\*2014**: fungicides sorted by mode of action (including FRAC code numbering), 2014. Disponível em: <<http://www.frac.info/publication/anhang/2014%20FRAC%20Code%20List.pdf>>. Acesso: 01 jun. 2014.

FREITAS, L. B. O. et al. A reação "click" na síntese de 1,2,3-triazóis: aspectos químicos e aplicações. **Química Nova**, São Paulo, v.34, n.10, p.1791-1804, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v34n10/v34n10a12.pdf>>. Acesso: 28 mai. 2014.

GAUTAM, A. K. *Colletotrichum gloeosporioides*: biology, pathogenicity and management in India. **Journal of Plant Physiology & Pathology**, v.2, n.2., 11p., 2014.

GAYET, J.P., BLEINROTH, E.W., MATALLO, M., GARCIA, E.E.C., GARCIA, A. E., ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. **Mamão para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1995. p.21.

GOPINATH, K.; RADHAKRISHNAN, N.V.; JAYARAJA J. Effect of propiconazole and difenoconazole on the control of anthracnose of chilli fruits caused by *Colletotrichum capsici*. **Crop Protection**, v. 25, p.1024–1031, 2006.

GUPTA. V. K. et al. Genetic characterization of mango anthracnose pathogen *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. By random amplified polymorphic DNA analysis. **African Journal of Biotechnology**, Sapele, v. 9, n. 26, p. 4009-4013, 2010. Disponível em: <[http://academicjournals.org/article/article1380809483\\_Gupta%20et%20al.pdf](http://academicjournals.org/article/article1380809483_Gupta%20et%20al.pdf)>. Acesso: 06 mar. 2014.

HAASNOOT, J. G. Mononuclear, oligonuclear and polynuclear metal coordination compounds with 1,2,4-triazole derivatives as ligands. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 200, p. 131-135, 2000.

HAJIPOUR A. R.; ABRISHAMI, F. Synthesis and characterization of novel polyimides containing triazoles units in the main chain by click chemistry. **Journal of Applied Polymer Science**, Malden, v.124, n.3, p.1757–1763, 2012.

HO C.; DAI, C.; SU, W. High yield synthesis of diverse well-defined end-functionalized polymers by combination of anionic polymerization and “click” chemistry. **Journal of Applied Polymer Science**, Malden, v. 111, n.3, p.1571–1580, 2009.

HOLB, I. J.; SCHNABEL, G. Differential effect of triazoles on mycelial growth and disease measurements of *Monilinia fructicola* isolates with reduced sensitivity to DMI fungicides. **Crop Protection**, v.26, n.5, p.753-759, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**, 2013. Rio de Janeiro, RJ, v. 39, 2014. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=44](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44)> Acesso: 24 jun. 2014

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. **Frutas e derivados**, São Paulo, n.4, 12ª ed., 2009. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/x\\_files/revista12.pdf](http://www.ibraf.org.br/x_files/revista12.pdf)>. Acesso: 12 mai. 2014.

IDAF. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Espírito Santo. **Produtos agrotóxicos cadastrados no Estado do Espírito Santo**, Vitória, ES, 2014. Disponível em: <[http://www.idaf.es.gov.br/ddsiv/sifv/formularios/wfDSIV\\_Relatorio\\_ProdutosSimplificadoNet.pdf](http://www.idaf.es.gov.br/ddsiv/sifv/formularios/wfDSIV_Relatorio_ProdutosSimplificadoNet.pdf)>. Acesso: 30 mai. 2014.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Fruticultura**, Vitória, 2014. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/?a=projetos/fruticultura>>. Acesso: 19 jun. 2014.

JANISIEWICZ, W. J.; KORSTEN, L. Biological Control of Postharvest Disease of Fruits. Annual **Review of Phytopathology**, Pretoria, V.40, p. 411-441, 2002. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.phyto.40.120401.130158>>. Acesso: 30 mar. 2014.

KAMLE, M. et al. Identification and phylogenetic correlation among *Colletotrichum gloeosporioides* pathogen of anthracnose for mango. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 2, p.285–287, 2013.

KIMATI, H. Controle químico. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO A. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4 ed. São Paulo: , Agronômica Ceres, 2011. p. 343-365.

KOKKONEN, M; MAGAN, N.; MEDINA A. Comparative effects of fungicides and environmental factors on growth and T-2 +HT-2 toxin production by *Fusarium sporotrichioides* and *Fusarium langsethiae* strains on an oat-based matrix **World Mycotoxin Journal**, v.7, n.2, p. 177-186, 2014.

KRIVOPALOV, V. P.; SHKURKO, O. P. “1,2,3-Triazole and its derivatives. Development of methods for the formation of the triazole ring. **Russian Chemical Review**, Moscow 2005, 74 (4), 339-379.

LIBERATO, J. R.; COSTA, H.; VENTURA, J. A. **Índice de doenças de plantas do Estado Espírito Santo**. Vitória: EMCAPA, 1996. 110 p.

LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. (Eds.). **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa: UFV, 2002. p.1023-1170.

LINHARES, A. I.; GHINI, A. **Resistência de fungos fitopatogênicos a fungicidas inibidores da demetilação (DMI): uma revisão**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2001. p.17.

MELO, A. C. et al. D. Produção de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.4, p. 257-261, 2007. Disponível em: <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=148&path%5B%5D=111>>. Acesso: 19 jun. 2014.

MELO, J. O. F. et al. Heterociclos 1,2,3-triazólicos: histórico, métodos de preparação, aplicações e atividades farmacológicas. **Química Nova**, São Paulo, 2006, vol.29, n.3, p.569-579. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n3/29289.pdf>>. Acesso: 06 mar. 2014.

MENEGOLA, E. et al. Postulated pathogenic pathway in triazole fungicide induced dysmorphogenic effects. **Reproductive Toxicology**, New York, v.22, n.2, p.186–195, 2006.

MENDES, M.A.S., URBEN, A.F. **Fungos relatados em plantas no Brasil, Laboratório de Quarentena Vegetal**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2012. s/n. Disponível em: <<http://pragawall.cenargen.embrapa.br/aiqw/eb/michtml/fichahp.asp?id=468>>. Acesso: 20 fev. 2014.

MENTEN, J. O. M. et al. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial da *Macrophomina phaseolina in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 57-66, 1976.

MICOBANK. Bank Mycological. **Fungal databases: nomenclature and species banks**, 2014. Disponível em: <<http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&Page=200&ViewMode=Basic>>. Acesso: 30 mai. 2014.

MOSSLER, M. A.; NESHEIM, O. N. **Tropical Fruit Pest Management Strategic Plan**. Flórida: UF/IFAS, 2011. 15p. (Circular técnica 1442).

NARASIMHAN, B.; SHARMA, D.; KUMAR, P. Benzimidazole: a medicinally important heterocyclic moiety. **Medicinal Chemistry Research**, New York, v.21, n.3, p.269–283, 2012.

NERY-SILVA, F. A.; MACHADO, J. C.; LIMA, L. C. O.; RESENDE, M. L. V. Controle químico da podridão peduncular de mamão causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n.3, p. 519-524, 2001.

NESHER, I. et al. Regulation of pathogenic spore germination by CgRac1 in the fungal plant pathogen *Colletotrichum gloeosporioides*. **Eukaryotic Cell**, Washington, v.10, n.8, p.122-1130, 2011. Disponível em: <<http://ec.asm.org/content/10/8/1122.full.pdf+html>>. Acesso: 06 mar. 2014.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P. Doenças. In: RITZINGER, H. S. P.; SOUZA, J. S (Orgs.). **Mamão: fitossanidade**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.37-45. (Coleção Frutas do Brasil, v.11).

PARREIRA, D. F.; NEVES, W. S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 3, n. 2, p. 24, 2009.

PAULL, R. E. et al. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology**, v.11, p.165-179, 1997.

PHOTITA, W. et al. Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from herbaceous plants in Thailand. **Fungal Diversity**, Kunming, v.18, p.117-133, 2005. Disponível em: <<http://www.fungaldiversity.org/fdp/sfdp/18-9.pdf>>. Acesso: 04 jun. 2014.

PHOULIVONG, S. et al. *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical fruits. **Fungal Diversity**, Kunming, v.44, n.1, p.33-43, 2010.

POCHAMPALLI, J. et al. An efficient synthesis, characterization and antimicrobial screening of N-substituted 2-(piperidin-4-yl)-2H-benzo[d] [1, 2, 3] triazoles. **Letters in Drug Design & Discovery**, v. 9, n. 5., 2012.

POLTRONIERI, L.S.; ALBUQUERQUE, F.C.; TRINDADE, D.R.; DUARTE, M. de L.R.; POL TRONIERI, M.C.; OLIVEIRA, A.F.F. de. **Doenças do mamoeiro no Estado do Pará**. Belém: Embrapa AmazOnia Oriental. 2001. 16p. (Embrapa AmazOnia Oriental. Circular Técnica, 19).

POTTS, K. T. The Chemistry of 1,2,4-Triazoles. **Chemical Reviews**, Washington, v.61, n.2, p.87–127, 1961.

QUEIROZ, R. F. **Desenvolvimento de mamão formosa „Tainung 1“ cultivado em Russas-Ceará**. 2009. 66f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2009. Disponível em: <[http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/82/Dissertacoes%202009/Dissertacao\\_Ronivalison.pdf](http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/82/Dissertacoes%202009/Dissertacao_Ronivalison.pdf)>. Acesso: 20 fev. 2014.

RAMPERSAD, S. N. Molecular and phenotypic characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease of papaya in Trinidad. **Plant Disease**, Saint Paul, v.95, n.10, p.1244-1254, 2011. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-02-11-0080>>. Acesso: 06 mar. 2014.

RAMPERSAD, S. N.; TEELUCKSINGH, L. D. Differential responses of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. truncatum* isolates from different hosts to multiple fungicides based on two assays. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 96, n. 10, p. 1526-1536, 2012.

REIS, E.M.; REIS, A. C; CARMONA, M. M. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 5ª ed., rev. e ampl. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2010. 226 p.

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 37ª, 2014, Natal. **Anais eletrônicos...** Natal: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/37ra/cdrom/resumos/T1735-1.pdf>>. Acesso: 21 jun. 2014.

REZENDE, J. A. M.; MARTINS, M. C. Doenças do mamoeiro. In: KIMATTI, J.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.435-444.

REZENDE, J. A.; FANCELLI, M. I. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p.452-463.

RODRIGUES, M. A. T. **“Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC”**. 2006. 249f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

SARTORI, J. E.; MARINGONI, A. C. Effect of fungicides on colony growth of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. **Journal of Plant Protection Research**, v. 48, n. 2, p.201-212, 2008.

SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, C.-A. ; CRAIG, I. R. ; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v.70, n.3, p.378-388, 2014.

SERRA, I. M. R S.; COELHO, R. S. B.; MENEZES, M. Caracterização fisiológica, patogênica e análise isoenzimática de isolados monospóricos e multispóricos de *Colletotrichum gloeosporioides*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 2, p. 113-120, 2008.

SERRA, I. M. R. S et al. Diversidade fenotípica e patogênica de *Colletotrichum*, agente causal de antracnose em mangueira, e identificação de espécie. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.37, n.1, p.42-51, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v37n1/v37n1a07.pdf>>. Acesso: 06 mar. 2014.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. Papaya culture in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, p. 657-959, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/rbf/v32n3/en\\_a01v32n3.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbf/v32n3/en_a01v32n3.pdf)>. Acesso: 06 mar. 2014.

SILVA, G. F. **Eficiência de diferentes produtos fungicidas no controle da antracnose em manga**. 2007. 49f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2007. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/82/Dissertacoes%202007/DissertacaoGEORGE.pdf>>. Acesso: 30 mar. 2014.

SILVA, I. F. et al. Synthesis of 1H-1,2,3-triazoles and study of their antifungal and cytotoxicity activities. **Medicinal Chemistry**, v.9, n. 8, p.1085-1090, 2013.

SILVA, K. S. et al. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) em diferentes espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol.28, n.1, p.131-133, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v28n1 /29710.pdf>>. Acesso: 06 mar. 2014.

SIMÃO, S. Mamoeiro. In: SIMÃO S. (Ed.). **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.541-575.

SINGH, A.K., PANDEY, O.P. SENGUPTA, S.K. Synthesis, spectral characterization and biological activity of zinc(II) complexes with 3-substituted phenyl-4-amino-5-hydrazino-1, 2, 4-triazole Schiff bases. **Spectrochimica Acta**, v. 85, p. 1-6, 2012.

SOUZA, M. V. N. et al. Métodos de obtenção e aplicações sintéticas de tiazóis, uma importante classe de compostos heterocíclicos. **Química Nova**, São Paulo, 2005, vol.28, n.1, p.78-83. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23043.pdf>>. Acesso: 06 mar. 2014.

SOUZA, P. E.; DUTRA, M. R. **Fungicidas no controle e manejo de doenças em plantas**. Lavras: UFLA, 2003. 174 p.

SOUZA, S. P.; SEABRA, J. E. A. Integrated production of sugarcane ethanol and soybean biodiesel: Environmental and economic implications of fossil diesel displacement. **Energy Conversion and Management**, Amsterdam, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890414005408>>. Acesso: 30 jul. 2014. DOI: 10.1016/j.enconma n.2014.06.015.

SPOLTI, P. et al. Triazole sensitivity in a contemporary population of *Fusarium graminearum* from New York wheat and competitiveness of a tebuconazole-resistant isolate. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 98, n. 5, p.607-613, 2014.

STABEN S. T.; BLAQUIERE N. Four-Component Synthesis of Fully Substituted 1,2,4-Triazoles. **Angewandte Chemie International Edition**, Weinheim, v.49, n.2, p.325–328, 2010.

SUMIDA, C. H. et al. Inibição micelial in vitro de *Sclerotinia sclerotiorum* por fungicidas **Summa phytopathologica**, v.40, n.1, Botucatu, 2014.

SUTTON, B. C. The Genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: BAILEY, J.A.; JEGER, M. J. (Eds.). **Colletotrichum: biology, pathology and control**. Wallingford: CAB International, , 1992. p.1-26.

SUZUKI, M. S., ZAMBOLIM, L., LIBERATO, J. R. Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.2, p.167-177, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v33n2/a11v33n2.pdf>>. Acesso: 20 fev. 2014.

TATAGIBA, J. S. et al. Controle e Condições Climáticas Favoráveis à Antracnose do Mamoeiro. Brasília, **Fitopatologia brasileira**, v.27, n.2, p.186-192, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v27n2/9143.pdf>>. Acesso: 30 mar. 2014.

TAVARES, M. G.; SOUZA, E. P. Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 52-59, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v29n1/a06.pdf>>. Acesso: 30 mar. 2014.

THOMAS, K. D.; ADHIKARI, A. V.; SHETTY, N. S. Design, synthesis and antimicrobial activities of some new quinoline derivatives carrying 1,2,3-triazole moiety. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 45, p. 3803-3810, 2010.

THOMAS, K. D.; ADHIKARI, A. V.; SHETTY, N. S. New quinolin-4-yl-1,2,3-triazoles carrying amides, sulphonamides and amidopiperazines as potential antitubercular agents. **European Journal of Medicinal Chemistry**, vol. 46, p. 2503-2512, 2011.

TRIGIANO, R. N; WINDHAM, M. T E WINDHAM, A. S. **Fitopatologia: conceitos e exercícios de laboratório**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, 576p.

TRINDADE, A.V. **Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000. 77p.

UENO, B., FERREIRA, M.A.S.V.; UESUGI, C.H. Levantamento das principais doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.) na região de Barreiras, BA. **Fitopatologia Brasileira**, Viçosa, v. 26, p.386, 2001.

VAN DROOGENBROECK, B. et al. Phylogenetic analysis of the highland papayas (*Vasconcellea*) and allied genera (*Caricaceae*) using PCR-RFLP. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.108, n. 8, p.1473-1486, 2004.

VENTURA, J. A.; COSTA, A.; TATAGIBA, J. S. Manejo das doenças do mamoeiro. In: In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: Tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2003. p.230-308.

VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S.; CULIK, M. P.; COSTA, H.; FERNANDE, P. M. B. Avanços tecnológicos na cultura do mamão: controle fitossanitário. In: IV SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 2009. Vitória. **Anais...** Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2009. CD-ROM 013. Disponível em: <<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/70/1/JOSE-AIRES.pdf>>. Acesso: 28 mai. 2014.

VICINI, P. et al. Synthesis and Biological Evaluation of Benzo[d]isothiazole, Benzothiazole and Thiazole Schiff Bases. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, California, v.11, n.3, p.4785–4789, 2003.

VIVAS, M. et al. Herança da resistência do mamoeiro a doenças fúngicas com base em análise dialéctica de Hayman. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.4, p.332-337, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/brag/v72n4/aop\\_bragamgv2068.pdf](http://www.scielo.br/pdf/brag/v72n4/aop_bragamgv2068.pdf)>. Acesso: 20 fev. 2014.

WANG, K. et al. 1,2,3-Triazoles: Gas Phase Properties. **Journal Of Organic Chemistry**, New York, v.78, n.14, p.7249-7258, 2013.

YADAV. P. S.; DEVPRAKASH, G. P.; SENTHILKUMAR. Benzothiazole: Different Methods of Synthesis and Diverse Biological Activities. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research**, Uttar Pradesh, v.3, n.1, p.1-7, 2011. Disponível em: <<http://ijpsdr.com/pdf/vol3-issue1/1.pdf>>. Acesso: 06 mar. 2014.

ZAMBOLIM, L. Tipos de fungicidas empregados no controle doenças em plantas. In: ZAMBOLIM, L. PICANÇO, M. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS JUNIOR, W. C. **Produtos Fitossanitários: Fungicidas, Inseticidas, Acaricidas e Herbicidas**. Viçosa: UFV/DFP, 2008. 149-186p.

ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. O essencial dos fungicidas empregados no controle de doenças – parte básica. In: ZAMBOLIM, L. PICANÇO, M. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS JUNIOR, W. C. **Produtos Fitossanitários: Fungicidas, Inseticidas, Acaricidas e Herbicidas**. Viçosa: UFV/DFP, 2008. 652 p.

ZAMBOLIM, L; VENÂNCIO, W. S.; OLIVEIRA, S. H. F. **Manejo da resistência de fungos a fungicidas**. Viçosa: UFV/DFP, 2007. 168p.

ZANCAN, W. L. A. et al. Crescimento micelial, produção e germinação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* na presença de fungicidas químicos e *Trichoderma harzianum*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p.782-789, 2012.

ZAUZA, E. Â. V. Eficiência de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem do *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.5, p.829-835, 2008.

ZHANG, Q. et al. Highly potent triazole-based tubulin polymerization inhibitors, **Journal of Medicinal Chemistry**, v.50, n.4, p.749-754, 2007.

ZHANG, Y. et al. Applying Glycerol as a Foliar Spray Activates the Defense Response and Enhances Disease Resistance of *Theobroma cacao*. **Molecular plant pathology**, Weinheim, v.15, p.1-11, 2014.

ZHOU, C. H.; WANG, Y. Recent Researches in Triazole Compounds as Medicinal Drugs. **Current Medicinal Chemistry**, Beijing, v.19, n.2, p.239-280, 2012.