

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOCULTURAL E MOLECULAR DE  
ESPÉCIES DE *Colletotrichum* ASSOCIADOS A *Spigelia anthelmia* L.  
NOS ESTADOS DE ALAGOAS E SERGIPE**

MATHEUS GOMES LESSA FEIJÓ

RIO LARGO – AL  
2022

MATHEUS GOMES LESSA FEIJÓ

**CARACTERIZAÇÃO MORFOCULTURAL E MOLECULAR  
DE ESPÉCIES DE *Colletotrichum* ASSOCIADOS A *Spigelia  
anthelmia* L. NOS ESTADOS DE ALAGOAS E SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo pela Universidade Federal  
de Alagoas.

**ORIENTAÇÃO:**

**Prof. Dr<sup>o</sup>. Mariote dos Santos Brito Netto (UFAL)**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

F297c Feijó, Matheus Gomes Lessa

Caracterização morfofocultural e molecular de espécies de *Colletotrichum* associados a *Spigelia anthelmia* L. nos estados de Alagoas e Sergipe. / Matheus Gomes Lessa Feijó – 2022.

31 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Mariote dos Santos Brito Netto

Inclui bibliografia

1. Planta daninha. 2. Antracnose. 3. Etiologia. I. Título.

CDU 632.5

## Folha de Aprovação

AUTOR: MATHEUS GOMES LESSA FEIJÓ

### CARACTERIZAÇÃO MORFOCULTURAL E MOLECULAR DE ESPÉCIES DE *Colletotrichum* ASSOCIADOS A *Spigelia anthelmia* L. NOS ESTADOS DE ALAGOAS E SERGIPE

Trabalho de conclusão de curso defendido e  
aprovado em 20 de Janeiro de 2022.

Mariote dos Santos Brito Netto

---

Profº Drº Mariote dos Santos Brito Netto, UFAL (Orientador)

Banca Examinadora:

Sarah Jacqueline Cavalcanti da Silva

---

Profª Drª Sarah Jacqueline Cavalcanti da Silva, CECA - UFAL (Examinador Interno)

Mayra Machado de Medeiros Ferro

---

Drª Mayra Machado de Medeiros Ferro (Examinador Externo)

## DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho a meus avôs  
*Laureano Lessa Neto e Tarciso  
Misael da Silva (in memoriam).*”

## **AGRADECIMENTOS**

A princípio, agradeço a Deus por ter me dado forças para cursar a graduação, pois o caminho não foi fácil e exigiu muita dedicação, noites de sono perdidas e viagens todos os dias do interior para a Universidade.

A minha mãe Izabel Margarida, Tias Rosimeiry, Rosângela, Verônica, avós Maria José e Albaní por todo apoio, amor e carinho.

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, pelo conhecimento passado durante toda a graduação.

Ao professor Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima e às professoras Dr.<sup>a</sup> Iraildes Pereira Assunção e Dr.<sup>a</sup> Sarah Jacqueline Cavalcanti da Silva pela confiança e oportunidade de estagiar no Laboratório de virologia e fitopatologia molecular.

Ao Dr. Mariote dos Santos, pela oportunidade a mim dada na minha chegada ao laboratório e também pela ajuda e condução deste trabalho.

Ao Dr. Frederico Monteiro, pelos diversos conselhos e ajuda em meus trabalhos, conselhos esses tanto no profissional quanto no pessoal. Uma pessoa que serei eternamente grato!

A minha grande amiga de turma e jornada Amanda Rodrigues, que me ajudou durante toda a graduação em diversas formas com seus conselhos, companheirismo e amizade.

Aos Dr. Antônio Duarte, Dr. Tiago Barbosa e Me.<sup>a</sup> Mayara Lima que se tornaram meus amigos ao longo desta jornada e levarei para sempre em meu coração.

A Dr.<sup>a</sup>. Mayra Ferro pelas ajudas nos projetos e trabalhos do laboratório, minha gratidão. Fica aqui também a minha admiração pela profissional que você se tornou.

Aos demais colegas de laboratório, que de alguma forma contribuíram com minha formação profissional, meu muito obrigado!

## RESUMO

Plantas daninhas ou plantas invasoras são vegetais de crescimento espontâneo que competem com as cultivadas por espaço, luz e nutrientes, podendo ser fontes de inóculo e atuarem como hospedeiras alternativas de fitopatógenos. Um dos principais fitopatógenos para culturas de importância econômica, são os fungos do gênero *Colletotrichum*. Uma das principais doenças causadas por espécies de *Colletotrichum* é a antracnose que afeta a produtividade em diversas culturas, como banana, morango e citros além de perdas no campo de cultivo. A diversidade e identificação de espécies de *Colletotrichum* em plantas daninhas no Nordeste do Brasil é pouco estudada em comparação a plantas cultivadas. Portanto o objetivo deste trabalho foi identificar através da análise filogenética pela região APN2/MAT-IGS (ApMat), caracterizar e avaliar a patogenicidade *Colletotrichum* spp. associadas a *Spigelia anthelmia* com sintomas de antracnose no Nordeste brasileiro. Foram identificadas cinco espécies (*C. fragarie*, *C. fructicola*, *C. queenslandicum*, *C. tropicale* e *C. siamense*), todas pertencentes ao complexo *C. gloeosporioides*. Todas as espécies foram patogênicas ao hospedeiro original.

**Palavras-chave:** Antracnose, Etiologia, Hospedeiro alternativo.

## ABSTRACT

Weeds or invasive plants are plants of spontaneous growth that compete with cultivated plants for space, light and nutrients, being able to be sources of inoculum and act as alternative hosts of phytopathogens. One of the main phytopathogens for crops of economic importance are the fungi of the genus *Colletotrichum*. One of the main diseases caused by *Colletotrichum* species is anthracnose, which affects productivity in several crops, such as banana, strawberry and citrus, in addition to losses in the crop field. The diversity and identification of *Colletotrichum* species in weeds in Northeast Brazil is poorly studied compared to cultivated plants. Therefore, the objective of this work was to identify, through phylogenetic analysis by the APN2/MAT-IGS region (ApMat), to characterize and evaluate the pathogenicity of *Colletotrichum* spp. associated with *Spigelia anthelmia* with symptoms of anthracnose in Northeast Brazil. Five species were identified (*C. fragariae*, *C. fructicola*, *C. queenslandicum*, *C. tropicale* and *C. siamense*), all belonging to the *C. gloeosporioides* complex. All species were pathogenic to the original host.

**Keywords:** Anthracnose, Etiology, Alternative host.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
2.1	Plantas Daninhas .....	10
2.2	Gênero <i>Colletotrichum</i> .....	11
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1	Amostragem, obtenção e preservação dos isolados de <i>Colletotrichum spp.</i> ...	13
3.2	Caracterização molecular .....	14
3.3	Teste de Patogenicidade e Caracterização Morfocultural dos isolados de <i>Colletotrichum spp.</i> .....	14
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	16
4.1	Obtenção e identificação dos isolados .....	16
4.2	Caracterização molecular .....	17
4.3	Caracterização morfofisiológica .....	19
4.4	Teste de patogenicidade .....	20
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	24
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	25

## 1 INTRODUÇÃO

O termo plantas daninhas é dado a qualquer vegetal que nasce no local onde não é desejado, ou então uma planta sem valor econômico que compete com as cultivadas (SILVA et al., 2007). Plantas de crescimento espontâneo, as daninhas têm como característica a velocidade reprodutiva, alta resistência a controle químico e crescimento em locais de más condições de sobrevivência (TIMMONS, 1970).

Os estudos sobre as plantas daninhas tem aumentado por conta de sua interferência no rendimento de culturas agrícolas, prejudicando a produção em grande escala. A princípio, em função da competitividade por recursos fundamentais ao crescimento e desenvolvimento, como espaço, água, luz e nutrientes, havendo disputa com culturas desenvolvidas em um mesmo local. Segundo PITELLI (1987) o grau de intercessão entre as plantas daninhas e as plantas cultivadas depende sobretudo das espécies infestantes, fatores ligados à cultura e do período de convivência entre elas.

Há evidências que plantas daninhas associadas às áreas cultivadas servem como hospedeiros alternativos para patógenos e têm um papel importante na epidemiologia de algumas doenças (SALES JÚNIOR et al., 2012), como as ferrugens que se aproveitam colonizando plantas daninhas nas áreas cultivadas, após a colheita, e voltam ao seu hospedeiro principal quando o mesmo é replantado (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018). O capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) atua como hospedeiro alternativo de *Pyricularia oryzae* o agente causal do brusone do arroz, além de algumas espécies de vírus causadores de mosaico, como por exemplo *Sida yellow mosaic virus (SiYMV)* e o *Euphorbia yellow mosaic virus (EuYMV)* (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011; FERRO et al., 2017).

Raid e Pennypacker (1987), em estudos com *Colletotrichum coccodes*, agente etilógico da antracnose em tomateiro, observaram que algumas espécies de plantas daninhas atuavam como hospedeira alternativa e fonte de inoculo durante o ciclo da cultura. Trabalhos também já demonstraram espécies de plantas daninhas, que servem como hospedeiro alternativo de *Colletotrichum guaranicola*, agente causal da antracnose do guaranazeiro (Miléo et al., 2007).

No mundo, são escassas as pesquisas relacionadas à identificação e caracterização de espécies de *Colletotrichum* associadas às plantas daninhas, apesar de relativo conhecimento

sobre a diversidade de plantas hospedeiras do gênero. Portanto o objetivo deste trabalho foi identificar através da análise filogenética pela região APN2/MAT-IGS (ApMat), caracterizar e avaliar a patogenicidade *Colletotrichum* spp. associadas plantas daninhas com sintomas de antracnose, a fim de entender melhor a relação das plantas daninhas como fonte de inóculo e hospedeiras alternativas, para culturas de importância econômica do nordeste brasileiro.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Plantas daninhas

Plantas daninhas são vegetais que crescem em locais indesejados e interferem nos objetivos das atividades realizadas na área, seja ela na agricultura ou até na construção civil, além de poderem causar danos e prejuízos se não forem controladas corretamente (FOELKEL, 2008). Podem interferir em diversas culturas de forma direta ou indireta. A interferência direta ocorre através da competição, parasitismo e alelopatia e a indireta quando servem como hospedeiras alternativas de pragas e doenças, dificultam a colheita e os tratos culturais ou depreciam a qualidade do produto (PITELLI; MARCHI, 1991).

Dentre os principais aspectos negativos das plantas daninhas nas áreas cultivadas destacam-se: a redução na produtividade e no valor da terra, levando em consideração a espécie em questão e a sua densidade populacional; perda na qualidade do produto agrícola, pois os restos vegetais tendem a causar prejuízos na colheita e beneficiamento de alguns produtos; dificuldade e aumento do custo de manejo agrícola; problemas com manejo e perdas de água, principalmente as plantas aquáticas que podem interferir nos canais de irrigação e nos reservatórios de criação de peixes (CARVALHO, 2013).

A planta daninha *Spigelia anthelmia* ou faz parte da família das *Loganiaceae* que abrange cerca de 13 gêneros e 420 espécies (BACKLUND et al., 2000). O gênero *Spigelia* foi descrito a princípio por LINNAEUS (1753), tendo como espécie tipo *Spigelia anthelmia*. O gênero tem como característica a vida herbácea; inflorescências em cimeiras terminais, escorpióides ou fascículos, com duas brácteas acompanhando cada flor; prefloração valvar; estigma papiloso; fruto capsular; sementes com testa verrucosa ou reticulada (BASÍLIO et al., 2003). As primeiras informações sobre a “lombrigueira”, cujo codinome é uma alusão ao seu uso como vermífugo (HOEHNE, 1939), são encontradas com uma descrição e ilustração sob nome indígena “Arapabaca” (PISO e MARCGGRAF, 1648).

Por ocuparem extensas áreas e sempre estarem disputando recursos com as culturas, as plantas daninhas tornam-se iminentes fontes de inóculos de fitopatógenos, como fungos, em cultivo comercial desempenhando papel fundamental como hospedeiro secundário na epidemiologia de doenças (CHAVES et al., 2003).

Um dos mais importantes fitopatógenos associados a plantas daninhas são os fungos do gênero *Colletotrichum*, que infectam uma ampla variedade de plantas lenhosas e herbáceas, sendo responsável por uma série de doenças em plantas.

## 2.2 Gênero *Colletotrichum*

Os fungos do gênero *Colletotrichum* foram catalogados na década de 1950 por von Arx, que adotou o nome *Colletotrichum*, e 11 espécies para o gênero (MENEZES, 2006). Com a classificação proposta por Sutton em 1992 o número de espécies foi alterado para 40, sendo que em 2009, Hyde propôs 66 espécies pertencentes ao gênero.

Hoje o gênero possui cerca de 200 espécies (MONGKOLPORN; TAYLOR, 2018) divididas em 14 complexos de espécies, sendo eles: *C. acutatum*, *C. boninense*, *C. caudatum*, *C. dracaenophilum*, *C. dematium*, *C. destructivum*, *C. gigasporum*, *C. gloeosporioides*, *C. graminicola*, *C. Magnum*, *C. orbiculare*, *C. orchidearum*, *C. spaethianum*, *C. truncatum* (DAMM et al., 2019; CANNON et al., 2012).

Uma das principais doenças causadas por esse gênero é a antracnose que causa a perda de produtividade em várias culturas importantes como morango, citros, manga e banana (CANNON et al., 2012). A infecção é caracterizada por lesões circulares que rapidamente se expandem sem limite de diâmetro. No centro das lesões, ocorre a formação de pequenos pontos pretos, que corresponde aos acérvulos e quando a umidade relativa está elevada, pode-se observar a formação de uma massa de coloração rósea ou alaranjada, que são os esporos do fungo produzidos juntos a uma mucilagem (LOPES e ÁVILA, 2003; SILVA et al., 2017).

Alguns trabalhos demonstram a capacidade das plantas daninhas de atuarem como hospedeiras alternativas e/ou fonte de inóculo de espécies de *Colletotrichum*, como estudos com *Colletotrichum coccodes*, agente etiológico da antracnose em tomateiro, que foram observadas algumas espécies de plantas daninhas atuando como hospedeiras alternativas e fonte de inóculo durante o ciclo da cultura (RAID E PENNYPACKER, 1987). Na cultura do guaraná, Miléo et al. (2007), observaram que plantas invasoras serviam como hospedeiro alternativo de *Colletotrichum guaranicola*, agente causal da antracnose do guaranzeiro. O trabalho de Hartman, Manandhar e Sinclair (1986), relatou a ocorrência de *Colletotrichum* spp. em plantas daninhas coletadas de campos de produção de soja e milho. Os isolados de *Colletotrichum*

*truncatum* obtidos de plantas daninhas foram patogênicos em plantas jovens de soja. Com isso, os autores concluíram que a alta incidência de *Colletotrichum* spp. nas folhas de soja, sugere que o patógeno está presente desde cedo no campo de produção com as plantas daninhas atuando como o seu hospedeiro alternativo.

Na cultura do morango, no Japão, Hirayama et al. (2017), demonstraram que *Colletotrichum fructicola* podem sobreviver em plantas daninhas como infecção latente e assim servindo como fonte de sobrevivência e inoculo para a cultura do morango, onde a antracnose é uma doença mais destrutivas da cultura. No nordeste brasileiro a diversidade de espécies de *Colletotrichum* em plantas daninhas é escassa em comparação com plantas cultivadas de importância econômica como manga (LIMA et al. 2013, VIERA et al. 2014), banana (VIEIRA et al. 2017), palma forrageira (OLIVEIRA et al. 2018), anonáceas (COSTA et al., 2014) e alpinia (CHAVES et al., 2019).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia Molecular e Virologia Vegetal do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) localizado no km 85 da BR 104 Norte (9°27' 54.71" S – 35°49' 39.27" O), no Município de Rio Largo, Alagoas.

#### 3.1 Amostragem, obtenção e preservação dos isolados de *Colletotrichum* spp.

Foram coletadas folhas de *Spigelia antheimia* com sintomas típicos de antracnose nos estados de Alagoas e Sergipe. Em cada planta foi coletada apenas uma folha. As amostras foram inicialmente lavadas em água corrente e secas com papel toalha. Foram retirados quatro fragmentos da área de transição entre o tecido doente e o sadio. Em uma câmara de fluxo laminar foi feito o procedimento de desinfestação superficial na seguinte sequência: álcool a 70% por 30 segundos, hipoclorito de sódio a 1% por 1 minuto, e duas lavagens em água destilada esterilizada (ADE) por 30 segundos cada. Os tecidos foram secos em papel filtro esterilizado e transferidos para placas de Petri contendo meio Batata Dextrose-Ágar (BDA). As placas contendo o meio de cultura e os fragmentos foram mantidas em temperatura ambiente (aproximadamente 28°C) durante dois dias. Observado o crescimento do patógeno, foram retirados discos (5 mm) das bordas das colônias e posteriormente, transferidos para novas placas de Petri contendo meio de cultura BDA e mantidos em temperatura ambiente por dez dias. Os isolados foram previamente identificados após a esporulação como *Colletotrichum* spp. (SUTTON, 1980). Culturas monospóricas foram obtidas para realização dos demais estudos. Através de diluição seriada de uma solução de esporos, até 10<sup>-6</sup> da concentração inicial, foi depositada 200 µL desta solução em uma placa de Petri contendo meio Ágar-água (AA) e espalhada uniformemente com auxílio de uma alça de Drigalski, com duas repetições por isolado. Após 24 horas, o esporo germinado foi transferido para novas placas de Petri contendo meio BDA e mantido por 7 dias em temperatura ambiente. Os isolados foram preservados em água, através do método de Castellani e em tubos de ensaio contendo meio BDA.

### 3.2 Caracterização molecular

Para caracterização molecular o DNA total dos isolados, foi obtido, seguindo o protocolo de Doyle; Doyle (1987). Na reação em cadeia da polimerase (PCR) foi utilizada a sequência da região ApMat (APN2/MAT-IGS – CgDLF6 – AGTGGAGGGCGGGACGTT, CgMAT1\_F2 – TGATGTATCCCGACTACCG) para garantir maior confiabilidade na identificação e posicionamento taxonômico das espécies do complexo *Colletotrichum gloeosporioides*. As amplificações via PCR foram realizadas utilizando um Mix de 30 µL, contendo tampão 10X MgCl<sub>2</sub> 50 mM, DNTP's 10 mM, 10 µM de cada oligonucleotídeo, 1µL de Taq DNA Polimerase, 1µL de DNA total e de água Milli-Q autoclavada para completar o volume final. As condições de termociclagem para amplificação da região ApMAT foi conforme Rojas et al. 2010, que consistiu de uma desnaturação inicial de 4 min a 94°C, seguido por 35 ciclos de 45s a 94°C, 45s a 60°C e 1 min a 72°C, com uma extensão final de 7 min a 72°C. Em seguida, os produtos de PCR foram enviados para purificação e sequenciamento na Macrogen Inc. (Seul, Coréia do Sul). As sequências de referências foram coletadas no GenBank de acordo com Vieira et al., 2017. Após recebermos o resultado do sequenciamento, as sequências foram inicialmente analisadas com o algoritmo BLASTn (ALTSCHUL et al., 1990) e o banco de dados de nucleotídeos não-redundante GenBank. As árvores para análise de Inferência Bayesiana com as sequências da região ApMAT foram construídas empregando o método da cadeia de Markov Monte Carlo, no web portal CIPRES (MILLER et al., 2010) usando MrBayes v.3.2.3 (RONQUIST et al., 2012). O melhor modelo de substituição de nucleotídeos foi determinado para os dados de cada região genômica usando MrModeltest 2.3 (POSADA; BUCKLEY, 2004) de acordo com o Akaike Information Criterion.

### 3.3 Teste de Patogenicidade e Caracterização Morfocultural dos isolados de *Colletotrichum spp.*

As espécies de *Colletotrichum* provenientes de *Spigelia Anthelmia* identificadas com base nas análises filogenéticas, foram utilizadas para o ensaio de patogenicidade. Plantas sadias de *Spigelia anthelmia*, foram lavadas com detergente e água corrente. Realizamos os testes com plantas sem ferimento nas folhas e plantas com ferimentos. As feridas foram realizadas com auxílio de um alfinete esterilizado. O inóculo foi constituído de discos de BDA contendo estruturas do patógeno. Para a testemunha, foi utilizada apenas o disco de BDA sem a presença do patógeno. Posteriormente, as plantas foram acondicionadas separadamente em sacos plástico

transparente contendo papel filtro umedecido com cinco mL de Água destilada esterelizada (ADE). Para evitar contato com a superfície úmida, foram utilizadas placas de Petri estéreis e as raízes envoltas por um chumaço de algodão embebido em ADE para manter o vigor das folhas e favorecer a germinação das estruturas de reprodução do patógeno. Os experimentos foram mantidos em estufa incubadora Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD) a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas até a observação dos sintomas. Para caracterização cultural foi avaliado o crescimento micelial das colônias em meio de cultura BDA sintético, a  $25^{\circ}\text{C}$  durante sete dias, através de mensuração diária em duas direções diametricamente opostas (mm) com auxílio de uma régua milimétrica e observação da coloração das colônias avaliadas. Após 15 dias, o experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições. A análise de variância (ANOVA) foi conduzida para determinar as diferenças de significância entre as espécies de *Colletotrichum* e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT 7.6 beta. Para caracterização morfológica, 50 conídios de cada espécie foram avaliados quanto a forma e tamanho. As mensurações foram obtidas através de imagens capturadas por câmera digital acoplada ao microscópio óptico com aumento de 400x, através do software *Cellsenses Standard*.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Obtenção e identificação dos isolados

Foram obtidos 90 isolados pertencentes a *Spigelia anthelmia* com sintomas típicos de antracnose (Figura 1), como necrose e manchas de coloração amarronzada com centro deprimido nos estados de Alagoas e Sergipe (Tabela 1).

**Tabela 1:** Isolados obtidos no presente trabalho com os estados e municípios.

Estados	Municípios	Número de isolados
Alagoas	Rio Largo	48
	Maceió	4
	Coruripe	22
Sergipe	Aracaju	16
Total de isolados		90



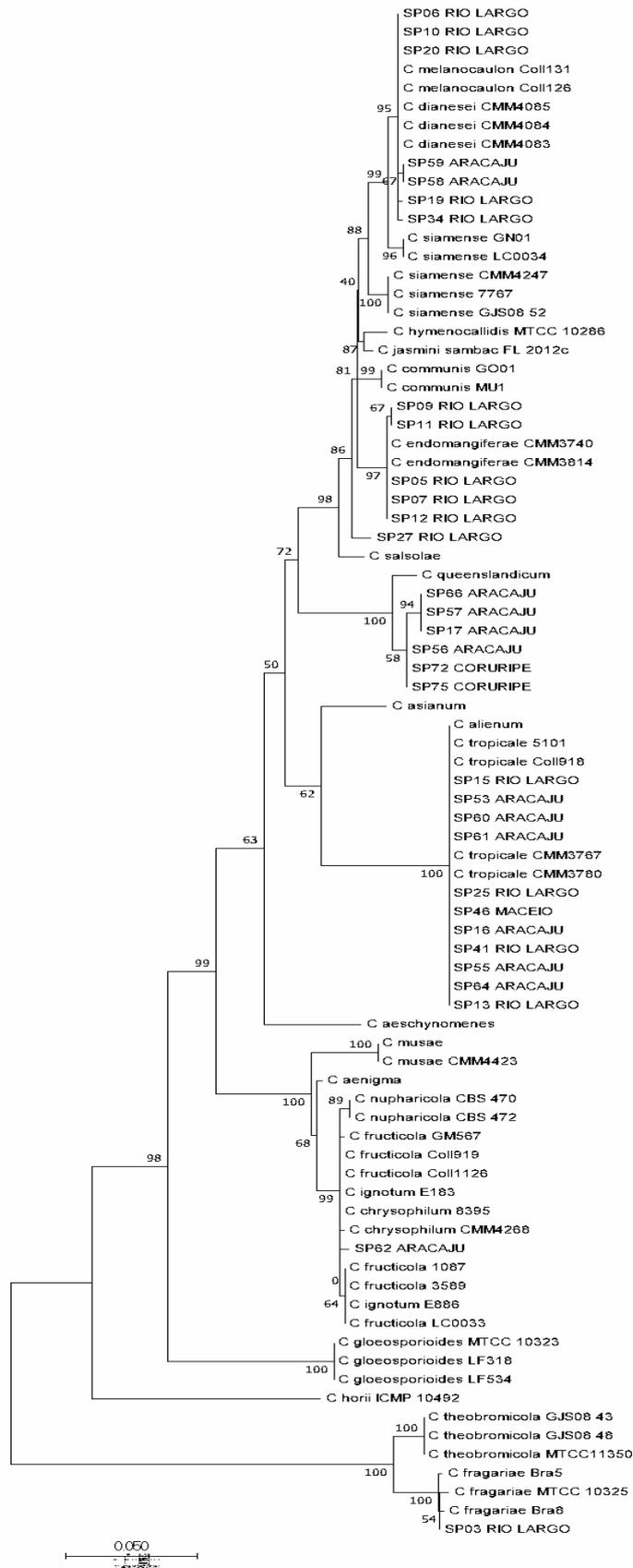
**Figura 1.** *Spigelia anthelmia* apresentando sintomas típicos de antracnose.

**Fonte:** M. G. L. FEIJÓ.

#### 4.2 Caracterização molecular

Foi realizada a reação em cadeia da polimerase (PCR) utilizando o gene APN2/MAT-IGS (ApMat) (ROJAS et al., 2010). Foram utilizados 24 isolados para a análise filogenética, obtidos como medida para a análise de diversidade de espécies. As reações foram enviadas para a sequenciamento na MacroGen Inc.

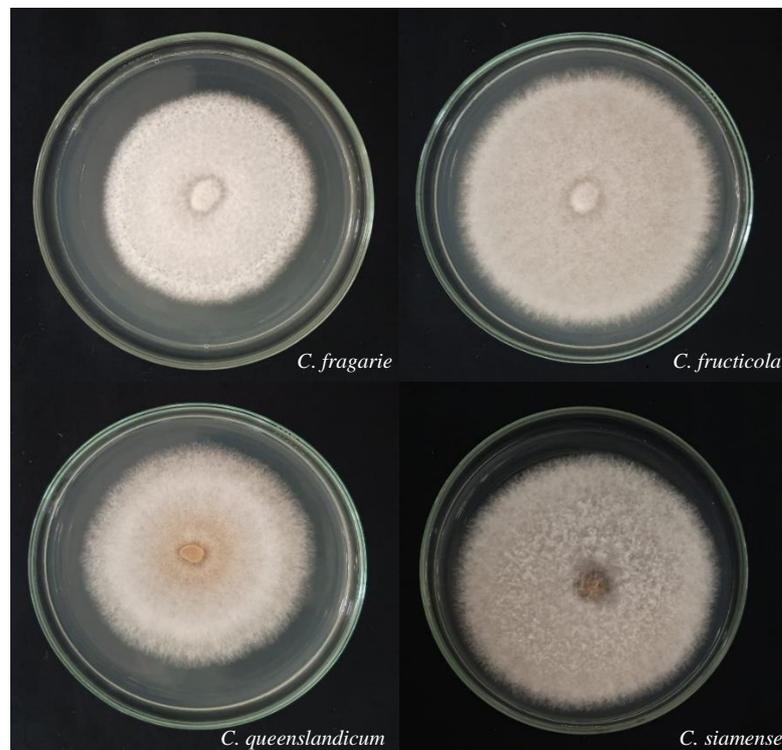
As sequências parciais obtidas foram identificadas pelo algoritmo BLASTn do GenBank como sendo pertencentes ao gênero *Colletotrichum*, conforme apresentado na árvore filogenética (Figura 2), e foram agrupados com as seguintes espécies: *C. fragarie* (1 isolado), *C. tropicale* (8 isolados), *C. queenslandicum* (5 isolados), *C. fructicola* (1 isolado) e *C. siamense* (9 isolados). Sendo todas espécies pertencentes ao complexo *C. gloeosporioides*.



**Figura 2.** Árvore filogenética de inferência Bayesiana demonstrando o agrupamento dos isolados obtidos.

### 4.3 Caracterização morfofisiológica

Os resultados das taxas médias de crescimento micelial para os isolados de *Colletotrichum fragariae* foram de 9,26 mm/dia; *C. fructicola* foi de 8,45 mm/dia; *C. queenslandicum* foi de 8,26 mm/dia; *C. siamense* foi de 9,08 mm/dia. Em relação a morfologia das colônias, *Colletotrichum fragariae* apresentou colônia de coloração cinza claro; *C. fructicola* apresentou colônia de coloração cinza claro; *C. queenslandicum* apresentou colônia de coloração variando de cinza claro a uma cor amarelada; *C. siamense* apresentou colônia de coloração variando de branco a cinza claro (Figura 3). *C. tropicale* não entrou na caracterização cultural pois foi a última espécie a ser identificada no trabalho. Não houve diferença significativa entre as espécies.



**Figura 3.** Morfologia cultural das espécies de *Colletotrichum* identificadas no presente estudo

**Fonte:** M. G. L. FEIJÓ.

Os isolados de *Colletotrichum fragariae* apresentaram conídios com dimensões médias de 18,55 x 6,15  $\mu\text{m}$ , variando entre 11,92 – 25,18 x 3,72 – 8,59  $\mu\text{m}$ ; *C. tropicale* apresentaram conídios com dimensões médias de 16,97 x 4,19  $\mu\text{m}$ , variando entre 13,45 – 20,49 x 3,26 – 5,12  $\mu\text{m}$ ; Os isolados de *C. queenslandicum* apresentaram conídios com dimensões médias de 16,13

x 6,08  $\mu\text{m}$ , variando entre 11,46 – 20,8 x 4,60 – 7,57  $\mu\text{m}$ ; os isolados de *C. fructicola* apresentaram conídios com dimensões médias de 18,64 x 5,10  $\mu\text{m}$ , variando entre 21,97 – 15,32 x 6,21 – 4,00  $\mu\text{m}$ ; Já os isolados de *Colletotrichum siamense* apresentaram conídios com dimensões médias de 17,57 x 5,44  $\mu\text{m}$ , variando entre 20,31 – 14,84 x 7,27 – 3,61  $\mu\text{m}$  (TABELA 3).

**Tabela 3:** Características dos conídios de isolados de diferentes espécies do complexo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Comprimento		Largura		Relação C/L		Tamanho	
Isolados*	Média ( $\mu\text{m}$ )	Isolados	Média ( $\mu\text{m}$ )	Isolados	Média	Isolados	Média ( $\mu\text{m}$ )
CF1	18,55 (11,92 – 25,18)	CF1	6,15 (3,72 – 8,59)	CF1	3,01	CF1	24,7
CT	16,97 (13,45 – 20,49)	CT	4,19 (3,26 – 5,12)	CT	4,05	CT	21,16
CQ	16,13 (11,46 – 20,8)	CQ	6,08 (4,60 – 7,57)	CQ	2,65	CQ	22,21
CF	18,64 (15,32 – 21,97)	CF	5,10 (4,00 – 6,21)	CF	3,65	CF	23,74
CS	17,57 (14,84 – 20,31)	CS	5,44 (3,61 – 7,27)	CS	3,23	CS	23,01

\*CF1: *Colletotrichum fragariae*

\*CT: *Colletotrichum tropicale*

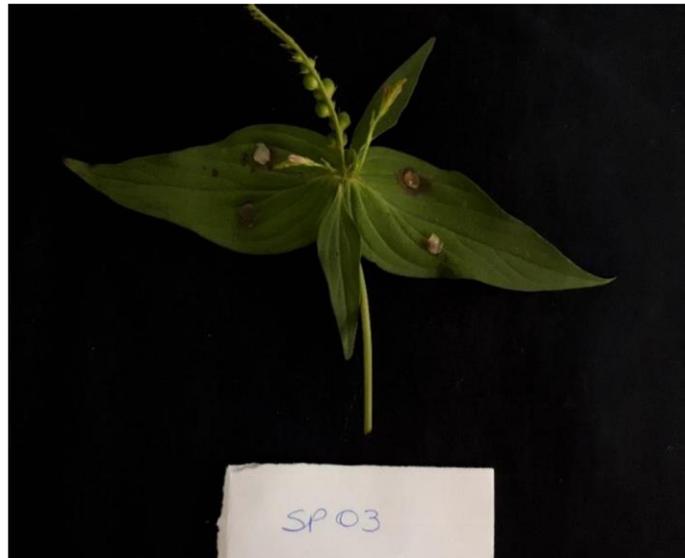
\*CQ: *Colletotrichum queenslandicum*

\*CF: *Colletotrichum fructicola*

\*CS: *Colletotrichum siamense*

#### 4.4 Teste de patogenicidade

No teste de patogenicidade, as plantas que não foram realizados ferimentos antes de serem depositados os discos contendo estruturas do patógeno, não houveram sintomas da doença, já em plantas que foram realizados ferimentos foram observados os sintomas característicos de antracnose que consiste em manchas necróticas de coloração amarronzada a negra com o centro deprimido (Figura 4).



**Figura 4.** Avaliação da patogenicidade de *C. fragarie* em *Spigelia anthelmia*.

**Fonte:** M. G. L. FEIJÓ.

## 5 DISCUSSÃO

A sistemática de fungos está enfrentando um desafio de aplicação não uniforme de critérios de reconhecimento de múltiplas espécies (Hibbett e Taylor 2013) que resultou em mudanças de nomes frequentes e indesejáveis, especialmente em taxa de fungos economicamente importantes. O complexo de espécies representa melhor o desafio enfrentado pelos micologistas modernos como lidar com nomes de espécies antigas (agora redundantes), ao mesmo tempo em que avança com a descrição de novas espécies com base na análise filogenética multigênica. Com um grande avanço taxonômico, Weir et al. (2012) reorganizaram a taxonomia de *C. gloeosporioides* em um complexo de espécie baseado em caracteres multigênicos e morfológicos.

Esse sistema de identificação sozinho ou em combinação nem sempre são capazes de resolver totalmente a identidade da espécie de *Colletotrichum*. Características adicionais, como outros aspectos da morfologia e da análise filogenética multigênica, são necessárias para identificar espécies de *Colletotrichum* (Cai et al., 2009). A incorporação de várias regiões gênicas em análises filogenéticas, como os genes ACT, CAL, CHS1, GAPDH e a região ITS

podem ser utilizados para redefinir os limites das espécies dentro deste complexo. Weir et al. (2012) observaram os baixos níveis de divergência genética em todo o complexo de espécies e enfatizou a necessidade de usar "marcadores poderosos", como ApMat e Apn25L (Silva et al. 2012a) para alcançar uma resolução mais precisa à nível de espécie.

Com base na análise do marcador ApMat, Sharma et al. (2015) estabeleceu que o complexo de espécies *C. siamense* inclui seis espécies previamente conhecidas (*C. dianesei*, *C. endomangiferae*, *C. hymenocallidis*, *C. jasmini-sambac*, *C. murrayae* e *C. siamense*) e uma nova espécie *C. communis* sp. nov. Mais recentemente Huang et al. (2021) mostraram que a árvore filogenética construída usando sequências ApMAT foi congruente com aquela derivada da combinação de seis locus (região do espaçador transcrito interno [ITS], gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase [GAPDH], actina [ACT],  $\beta$ -tubulina [TUB2], quitina sintase [CHS-1], calmodulina [CAL]. Verificaram que o ApMAT fornece resolução mais precisa na maioria dos cladogramas em nível de espécie no complexo de espécies *C. gloeosporioides* para antracnose da banana na China.

No presente estudo de análise da sequência do gene ApMat, identificou o complexo *C. gloeosporioides* causando antracnose em plantas de *S. anthelmia*. Dentre essas espécies do complexo, estão inseridas: *C. fragariae* que foi inicialmente associada à antracnose em morangos e foi considerada, em alguns estudos, como sinônimo de *C. theobromicola* (Weir, Johnson e Damm 2012). Devido ao suporte observado pela árvore filogenética e sua diferenciação, neste trabalho consideramos duas espécies distintas. *C. fragariae* apresentou coloração marrom claro no reverso da placa de Petri e um micélio aéreo branco espesso na parte superior, com formação de massa de esporos laranja (Weir, Johnson e Damm 2012), já tendo sido relatado no nordeste do Brasil em *Annona* spp. (Costa et al. 2019), carnaúba (Araujo et al. 2018) e mandioca cultivada e silvestre (Oliveira et al. 2018). *C. fructicola* inicialmente foi relatado como causador de café antracnose na Tailândia e são bastante diversificados (Weir, Johnson e Damm 2012). Foi observada no Brasil, em *Annona* (Costa et al. 2019), *Licania tomentosa* (Lisboa et al. 2018), palma forrageira (Oliveira et al. 2018), fava (Sousa et al. 2018) e manga (Lima et al. 2015). As mesmas características morfológicas obtidas por Rojas et al. (2010) foram observados neste trabalho para *C. tropicale*, sendo uma espécie amplamente encontrada em florestas tropicais e afetando a produção de frutos da mangueira onde foi relatado causando antracnose (Lima et al. 2015) e como endofítica (Vieira et al. 2014) em manga e causando doença em *Capsicum* spp. (Silva et al. 2017), *Annona* (Costa et al. 2019) e

carnaúba (Araujo et al. 2018) no nordeste do Brasil. *C. queenslandicum* recebeu este nome devido ao local de coleta de seus isolados, Queensland, Austrália. As características morfológicas da cultura foram compatíveis com as observadas por Weir, Johnson e Damm (2012) com a formação de uma massa alaranjada de pontas hialinas, cilíndricas e arredondadas nas pontas. Eles foram relatados em várias culturas na Austrália (James et al. 2014; Silva et al. 2017; Shivas et al. 2016). Há relatos no Brasil de causar antracnose em espécies arbóreas como *Licania tomentosa* (Lisboa et al. 2018), cajueiro (Veloso et al. 2018) e outras culturas. Encontrado em diferentes regiões do planeta e associado a uma ampla gama de hospedeiros, *C. siamense* é considerado geograficamente e biologicamente diverso (Weir, Johnson e Damm 2012). Alguns dos hospedeiros relatados desta espécie são morango (Capobianco et al. 2016), *Capsicum* (Silva et al. 2017), palma forrageira (Oliveira et al. 2018) e mandioca (Oliveira et al. 2018). No teste de patogenicidade, todos os isolados foram patogênicos apenas quando as folhas apresentavam ferimentos. Em tratamentos realizados sem lesão, nenhum isolado foi capaz de causar sintomas de antracnose.

Esse estudo é o primeiro relato no mundo de espécies do complexo *C. gloesporioides* causando antracnose em plantas daninhas. Rojas et al. (2010) descreveram *C. tropicale* a partir de frutos de cacau em florestas tropicais do Panamá (UDAYANGA et al., 2013). Há relatos da ocorrência desta espécie associada à manga (*Mangifera indica*), pinha (*Annona squamosa*), graviola (*A. muricata*), pimentas (*Capsicum* spp.) e pimentão (*C. annum*) no Brasil (LIMA et al., 2013; COSTA, 2014; SILVA et al., 2017). A espécie *C. siamense* foi relatada no Brasil em goiaba (*Psidium guajava*), manga, abacate (*Persia americana*), pêssego, maçã (*Malus domestica*), caju (*Anacardium occidentale*) (BRAGANÇA, 2013), pinha (*Annona squamosa*) e graviola (*Annona muricata*) (COSTA, 2014). Mais recentemente, em *Capsicum*, *Nopalea cochennillifera* e *Alpínia purpurata* (SILVA, 2017; OLIVEIRA et al., 2018; CHAVES et al., 2019). *C. queenslandicum* foi relatado em frutos de maracujá (*Passiflora edulis*) causando antracnose na Austrália e em Fiji (JAMES et al., 2014; WEIR et al., 2012); e no Brasil em caju (VELOSO et al., 2018). *C. fragariae* originalmente foi associado a antracnose no morango e está distribuído em muitas partes do mundo, como por exemplo em *Cyclamen persicum* nos Estados Unidos (LIU et al., 2011). *C. fructicola* foi originalmente relatado em café na Tailândia, *Pyrus pyrifolia* no Japão e manga no Brasil (LIMA et al., 2013).

Até onde sabemos, este é o primeiro relato de *C. siamense*, *C. queenslandicum*, *C. fragariae*, *C. theobromicola*, *C. fructicola* e *C. tropicale* causando antracnose em plantas de *S. anthelmia*.

## 6 CONCLUSÃO

Os isolados obtidos nos estados de Alagoas e Sergipe foram identificados como espécies pertencentes ao complexo *Colletotrichum gloeosporioides*.

A planta daninha observada (*Spigelia anthelmia*) pode atuar como hospedeira alternativa para espécies deste complexo.

O marcador ApMat foi suficiente para a identificação precisa das espécies de *Colletotrichum gloeosporioides* associadas a *Spigelia anthelmia*.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALTSCHUL S.F., et al. **Basic local alignment search tool**. Journal of Molecular Biology, v. 215, 403-410, 1990.
- ALVINDIA, D.G. **Inhibitory influence of inorganic salts on banana postharvest pathogens and preliminary application to control crown rot**. J Gen Plant Pathol (2004) 70:61–65.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2012, v. 2, 772 p.
- ARAÚJO, M. B. M., LIMA, C. S., RABELO FILHO, F. D. A., OOTANI, M. A., BEZERRA, A. M. E., CARDOSO, J. E. (2018). **First report of Colletotrichum theobromicola and C. tropicale causing anthracnose on fruits of carnauba palm in Brazil**. Plant disease, 102(1), 244.
- AZEVEDO, C. P. et al. **Recomendações de manejo da antracnose do pimentão e das pimentas**. Brasília, DF: Embrapa hortaliças, 2006. 4p. (Embrapa hortaliças. Comunicado técnico, 35).
- BACKLUND, M.; OXELMAN, B., BREMER, B. **Phylogenetic relationships within the Gentianales based on ndhf and rbcL sequences, with particular reference to the Loganiaceae**. American Journal of Botany 87 (7): 1029-1043, 2000.
- BASÍLIO, IONALDO JOSÉ LIMA DINIZ ET AL. **CARACTERIZAÇÃO MORFO-ANATÔMICA DE SPIGELIA ANTHELMIA L. (LOGANIACEAE), ESPÉCIES DA MEDICINA POPULAR NA PARAÍBA, BRASIL**. Revista Nordestina de Biologia, p. 11-22, 2003.
- BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 592-593.
- BEZERRA J.P.; et al. First report of anthracnose on chayote fruits (*Sechium edule*) caused by *Colletotrichum brevisporum*. **Plant Disease** (2016) 100, 217.
- BRAGANÇA, C. A. D. **Molecular characterization of Colletotrichum spp. associated with fruits in Brazil**. 2013. Tese (Doutorado em Patologia de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2013.
- CAI L, HYDE KD, TAYLOR PWJ, WEIR BS, WALLER J, ABANGMM, ZHANG JZ, YANG YL, PHOULIVONG S, LIU ZY, PRIHASTUTI H, SHIVAS RG, MCKENZIE EHC, JOHNSTON PR (2009) **A polyphasic approach for studying Colletotrichum**. **Fungal Divers** 39:183–204
- CANNON, P. F., DAMM, U., JOHNSTON, P. R., WEIR, B. S. **Colletotrichum – current status and future directions**. Studies in mycology. v. 73, p. 181-213, 2012.

CAPOBIANGO, N. P., PINHO, D. B., ZAMBOLIM, L., PEREIRA, O. L., LOPES, U. P. (2016). **Anthracoze on strawberry fruits caused by *Colletotrichum siamense* in Brazil**. *Plant Disease*, 100(4), 859-859.

CARVALHO, L. B. **Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas**. Edição do autor, Jaboticabal, 2011. 58 p.

CARVALHO, S.I.C; et al. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2006. 27p.

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B. Botânica e Recursos Genéticos. In: RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed). **Pimentas *Capsicum***. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2008. p. 39-51.

CHAVES, A. L. R. et al. Erigonbonariensis: hospedeira alternativa do lettucesmosaic vírus no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 307-311, 2003.

CHAVES, T. P., DA SILVA MIRANDA, A. R. G., PAZ, L. C., NETTO, M. D. S. B., DE ANDRADE LIMA, G. S., & ASSUNÇÃO, I. P. (2019). **First detection of *Colletotrichum siamense* causing anthracnose on *Alpinia purpurata***. *Journal of Plant Pathology*, 101(2), 435-435.

CHETANA, C.S.; CHOWDAPPA, P.; PAVANI, K.V. *Colletotrichum truncatum* and *C. fructicola* causing anthracnose on chilli in Kamataka, state of India. **Indian Phytopathol.** (2015). 68:270-278.

COSTA, J.F.O. **Caracterização e epidemiologia comparativa de espécies de *Colletotrichum* em anonáceas no estado de Alagoas**. 2014. 110p. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas.

COSTA JF, KAMEI SH, SILVA JR, MIRANDA AR, NETTO MB, DA SILVA SJ, CORREIA KC, DE ANDRADE LIMA GS, ASSUNÇÃO IP. (2019). **Species diversity of *Colletotrichum* infecting *Annona* spp. in Brazil**. *European Journal of Plant Pathology*, 153(1), 169-80.

DAMM, U.; et al. **The *Colletotrichum acutatum* species complex**. *Studies in Mycology* (2012) 73:37–113.

DIAO, Y.Z. First report of *Colletotrichum truncatum* causing anthracnose on tomato in China. **Plant Disease** (2014). 98:687. Disponível em: <http://doi.org/10.1094/PDIS-05-13--0491-PDN>.

DIAO, Y.Z. et al. ***Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China**. *Persoonia*, Utrecht, v. 38, p.20-37, 2017.

DOYLE J.J.; DOYLE J.L. A rapid DNA isolation procedure for small amounts of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**, v. 19, p. 11-15, 1987.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Roma, 2012. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 05 de abril de 2018.

FERRO, C. G.; SILVA, J. P.; XAVIER, C. A. D.; GODINHO, M. T.; LIMA, A. T. M.; MAR, T. B.; ZERBINI, F. M. The ever increasing diversity of begomoviruses infecting non-cultivated hosts: new species from *Sida* spp. and *Leonurus sibiricus*, plus two New World alphasatellites. **Annals of Applied Biology**, v. 170, n. 2, 204-218 p. 2017.

FOELKEL E, FOELKEL C. **O conceito de espécies invasivas ou invasoras em relação aos Pinus**. PinusLetter [online]. 2008.

HIRAYAMA, Y., ASANO, S., OKAYAMA, K., OHKI, S. T., TOJO, M. **Weeds as the potencial inoculum source of *Colletotrichum fruticola* responsible for strawberry anthracnose in Nara, Japan**. Journal of General Plant Pathology. v. 84, p. 12-19.

HARTMAN, G. L. et al. **Incidence of *Colletotrichum* spp. on soybeans and weeds in Illinois and pathogenicity of *Colletotrichum truncatum***. Plant Disease, v. 70, n. 8, p. 780-782, 1986.

HOEHNE, F.C. Plantas e Substâncias Vegetais Tóxicas e Medicinais. Graphicars. São Paulo, 1939.

HU, M.J.; et al. Resistance in *Colletotrichum siamense* from peach and blueberry to thiophanate-methyl and azoxistrobin. **Plant Dis.** (2015). 99:806-814.

HUANG, Rong et al. **Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease of banana**. Plant Pathology, v. 70, n. 8, p. 1827-1837, 2021.

JAMES, R. S., RAY, J., TAN, Y. P., SHIVAS, R. G. (2014). ***Colletotrichum siamense*, *C. theobromicola* and *C. queenslandicum* from several plant species and the identification of *C. asianum* in the Northern Territory, Australia**. Australasian plant disease notes, 9(1), 138.

JAYAWARDENA, R.S.; et al. **Notes on currently accepted species of *Colletotrichum***. Mycosphere (2016) 7(8) 1192-1260.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R. **Doenças das solanáceas (berinjela, jiló, pimentão e pimenta)**. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A.;

LIMA, N. B., BATISTA, M. V. A., MORAIS, M. A. Jr., BARBOSA, M. A. G., MICHEREFF, S. J., HYDE, K.D., CÂMARA, M. P. S. **Five *Colletotrichum* species are responsible for mango anthracnose in northeastern Brazil**. Fungal Diversity, v. 61, p.75-88, 2013.

LIMA, N. B., LIMA, W. G., TOVAR-PEDRAZA, J. M., MICHEREFF, S. J., CÂMARA, M. P. (2015). **Comparative epidemiology of *Colletotrichum* species from mango in northeastern Brazil**. European journal of plant pathology, 141(4), 679-688.

LINNAEUS, C. Species Plantarum. A Facsimile of the First edition. London. Vol. 1: 149-150, 1753.

- LISBOA, D. O., SILVA, M. A., PINHO, D. B., PEREIRA, O. L., FURTADO, G. Q. (2018). **Diversity of pathogenic and endophytic *Colletotrichum* isolates from *Licania tomentosa* in Brazil**. *Forest pathology*, 48(6), e12448.
- LIU B.; MUNSTER M.; JOHNSON C.; LOUWS F.J. **First Report of Anthracnose Caused by *Colletotrichum fragariae* on *Cyclamen* in North Carolina**. *Plant Disease*. 2011.
- LIU, F.; et al. **The *Colletotrichum gigasporum* species complex**. *Perssoonia* (2014) 33: 83-97.
- LIU, F. et al. **Molecular and phenotypic characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in peppers from Sichuan Province, China**. *Nature*, v.6, p. 32761, 2016.
- LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. **Doenças do pimentão**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003, 96pp.
- MARVEL, J. K. **Biology and control of pepper anthracnose**. 2003, 84 f. Thesis (PhD) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, USA.
- MENEZES, M. **Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum***. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, v.3, n.1, p.170-179, 2006.
- MILÉO, L. J., SILVA, J. F., BENTES, J. L. S., CHRISTOFFOLETI, P. J. **Plantas daninhas hospedeiras alternativas de *Colletotrichum guaranicola* em cultivos de Guaraná no estado do Amazonas**. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 25, n. 4, p. 771-782, 2007.
- MILLER, M. A. ET AL. The CIPRES Portals. *Cipres*. 2010. Website [http://www.phylo.org/sub\\_sections/portal](http://www.phylo.org/sub_sections/portal) [acesso em 06 Julho de 2015].
- MONGKOLPORN, O. AND TAYLOR, P.W.J. (2018), **Chili anthracnose: *Colletotrichum* taxonomy and pathogenicity**. *Plant Pathol*, 67: 1255-1263.
- OLIVEIRA, J.R.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax. 2011.
- OLIVEIRA, L. F. M., FEIJÓ, F. M., MENDES, A. L. S. F., NETO, J. D. V., NETTO, M. S. B., ASSUNÇÃO, I. P., LIMA, G.S.A. **Identification of *Colletotrichum* species associated with brown spot of cactus prickly pear in Brazil**. *Tropical plant pathology*. doi.org/10.1007/s40858-018-0215-3, 2018.
- PARK, S. K. **Differential interaction between pepper genotypes and *Colletotrichum* isolates causing anthracnose**. 2005, 56 f. Dissertation (MSc) - Seoul National University, Seoul, Korea.
- PEREIRA, M.J.Z. **Reação de acessos *Capsicum* spp. a *Colletotrichum* sp., agente causal da antracnose das solanáceas**. 2005. 74p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- PEREIRA, R.B., et al. Manejo de doenças do pimentão. In: NICK, C; BORÉM, A. (Ed.). **Pimentão: do plantio à colheita**. Viçosa, MG. Editora UFV, 2016. p.116-146.

- PISO, G. e MARCGGRAF, G. *História Naturalis Brasilis*. Leiden & Amsterdã, 122 e 293 pp., 1648.
- PITELLI, R. A. **Competição e Controle das Plantas Daninhas em Áreas Agrícolas**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.4, n.12, p.1 – 24, 1987.
- POSADA, D.; BUCKLEY, T. **Model Selection and Model Averaging in Phylogenetics: Advantages of Akaike Information Criterion and Bayesian Approaches Over Likelihood Ratio Tests**. *Systematic Biology*, v. 53, p. 793–808, 2004.
- RAID, R. N., PENNYPACKER, S. P. **Weeds as host for *Colletotrichum coccodes***. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 71, n.1, p. 643-645, 1987.
- ROJAS, E. I., REHNER, S. A., SAMUELS, G. J., VAN BAEL, S. A., HERRE, E. A., CANNON, P., ..., PENG, Y. Q. ***Colletotrichum gloeosporioides* s.l. associated with *Theobroma cacao* and other plants in Panama: multilocus phylogenies distinguish host-associated pathogens from asymptomatic endophytes**. *Mycologia*, 102(6), 1318-1338, 2010.
- RONQUIST, F. ET AL. **MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice across a Large Model Space**. *Systematic Biology Advance Access*, v. 61, p. 53942, 2012.
- SALES JR, R.; OLIVEIRA, O. F.; MEDEIROS, E. V.; GUIMARÃES, I. M.; CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Ervas daninhas como hospedeiras alternativas de patógenos causadores do colapso do meloeiro. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 43, p. 195-198, 2012.
- SHARMA, GUNJAN; PINNAKA, ANIL KUMAR; SHENOY, BELLE DAMODARA. **Resolving the *Colletotrichum siamense* species complex using ApMat marker**. *Fungal Diversity*, v. 71, n. 1, p. 247-264, 2015.
- SHIVAS, R. G., TAN, Y. P., EDWARDS, J., DINH, Q., MAXWELL, A., ANDJIC, V., ..., COATES, L. M. (2016). ***Colletotrichum* species in Australia**. *Australasian Plant Pathology*, 45(5), 447-464.
- SILVA DN, TALHINAS P, VÁRZEA V, CAI L, PAULO OS, BATISTA D (2012) **Application of the Apn2/MAT locus to improve the systematics of the *Colletotrichum gloeosporioides* complex: An example from coffee (*Coffea* spp.) hosts**. *Mycologia* 104:396–409
- SILVA, J.R.A.; et al. Molecular and Morpho-cultural Characterization of *Colletotrichum* spp. associated With Anthracnose on *Capsicum* spp. in Northeastern Brazil. **Tropical Plant Pathology** (2017).
- SILVA, A. A., FERREIRA, F. A., FERREIRA, L. R., SANTOS, J. B. *Biologia de Plantas Daninhas*. In: SILVA, A. A.
- SOUSA, E. S., SILVA, J. R. A., ASSUNÇÃO, I. P., DE MELO, M. P., FEIJÓ, F. M., DA SILVA MATOS, K., BESERRA, J. E. A. (2018). ***Colletotrichum* species causing anthracnose on lima bean in Brazil**. *Tropical plant pathology*, 43(1), 78-84.

SOUZA, P.E.; DUTRA, M.R. **Fungicidas no Controle e Manejo de Doenças de Plantas**. Editora da Universidade Federal de Lavras. 1ª edição: 2003.

SOUZA, V.C; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia Ilustrado Para Identificação das Famílias Fanerógamas Nativas e Exóticas no Brasil, Baseado em APH III**. Instituto Plantarum. 3ª edição: 2012. Nova Odessa, SP.

SUTTON, B.C. **Fungi imperfecti with pycnidia acervuli and stromata**. The Coelomycetes. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 696p.198.

UDAYANGA D, MANAMGODA DS, LIU X, CHUKEATIROTE E, HYDE KD (2013) **What are the common anthracnose pathogens of tropical fruits?** Fungal Divers 61:165–179

VELOSO, J. S., CÂMARA, M. P., LIMA, W. G., MICHEREFF, S. J., DOYLE, V. P. (2018). **Why species delimitation matters for fungal ecology: *Colletotrichum* diversity on wild and cultivated cashew in Brazil**. Fungal biology, 122(7), 677-691.

VIEIRA, W.A.S, et al. First report of Papaya fruit anthracnose caused by *Colletotrichum brevisporum* in Brazil. **Plant Disease** (2013). 97: 1659.

VIEIRA, W. A., MICHEREFF, S. J., de MORAIS, M. A. Jr., HYDE, K. D., CÂMARA, M. P. S. Endophytic species of *Colletotrichum* associated with mango in northeastern Brazil. Fungal Diversity, v. 67, p. 181-202, 2014.

VIERA, W. A., LIMA, W. G., NASCIMENTO, E. S., MICHEREFF, S. J., CÂMARA, M. P. S., DOYLE, V. P. The impact of phenotypic and molecular data on the inference of *Colletotrichum* diversity associated with Musa. Mycologia, v. 109, n. 6, p.912-934, 2017.

WEIR, B.S.; JOHNSTON, P.R.; DAMM, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Studies in Mycology** (2012) 73:115–180.