



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

MARIA ISABEL GOMES DOS SANTOS

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO
À ANTRACNOSE

Rio Largo – AL
2023

MARIA ISABEL GOMES DOS SANTOS

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO À
ANTRACNOSE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de mestre em Proteção de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Gildemberg Amorim Leal Júnior.

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

S237r Santos, Maria Isabel Gomes dos
Resistência de genótipos de maracujazeiro-amarelo à antracnose. /
Maria Isabel Gomes dos Santos – 2023.
50 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade
Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio
Largo, 2023.

Orientação: Dr. Gildemberg Amorim Leal Junior

Inclui bibliografia

1. Agricultura familiar. 2. Resistência genética. 3. Passiflora.
I. Título

CDU: 634.776.3

Folha de Aprovação

MARIA ISABEL GOMES DOS SANTOS

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO À ANTRACNOSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre(a) em Proteção de Plantas.
Área de concentração: Fitopatologia.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **GILDEMBERG AMORIM LEAL JUNIOR**
Data: 06/12/2023 15:45:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Gildemberg Amorim Leal Junior
(Universidade Federal de Alagoas – CECA)

Documento assinado digitalmente
 **SARAH JACQUELINE CAVALCANTI DA SILVA**
Data: 07/12/2023 07:55:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora Interna: Profa. Dra. Sarah Jacqueline Cavalcanti da Silva
(Universidade Federal de Alagoas – CECA)

Documento assinado digitalmente
 **JAQUELINE FIGUEREDO DE OLIVEIRA COSTA**
Data: 07/12/2023 06:44:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora Externa: Dra. Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa
(Universidade Federal de Alagoas – CECA)

Dedico

A todos que contribuíram para a realização
deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

“Até aqui me ajudou o Senhor”. Agradeço a Deus, primeiramente, pelo dom da vida e por ter me sustentado até aqui e não ter largado minha mão. Sem os milagres que ocorreram não teria conseguido finalizar esta parte crucial em minha trajetória nesse mundo.

Aos médicos pelo socorro a mim prestados, pelo profissionalismo e humanidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa para realização do trabalho.

A Universidade Federal de Alagoas (UFAL) por possibilitar o desenvolvimento da pesquisa.

A todos que se dispuseram a me ajudar quando precisei, se não fosse essas pessoas, não teria chegado aonde cheguei.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gildemberg Amorim Leal Junior pela compreensão, preocupação, paciência, orientação e conhecimentos transmitidos, meu muito obrigado.

À professora Jaqueline, um anjo na vida de quem a conhece, sua empatia e generosidade são marcos visíveis, graças a ela o final desse trabalho foi possível.

A todos os professores que conheci no decorrer de minha trajetória como estudante, além de fontes de conhecimento e inspiração, foram grandes incentivadores, em especial aos professores que compõe o curso de pós-graduação em Proteção de Plantas do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

A todos os amigos que estiveram presentes e não mediram esforços para me socorrer, tanto na pós-graduação quanto na vida particular. Meu muito obrigado a Thaynnara Lira por anos, desde a graduação, ter sido presente, uma pessoa muito especial que sei que vou levar para o resto de minha vida. A Gessica Trindade, uma bênção onde chega, obrigada pela paciência e auxílio, uma amizade que veio do Eterno. A Joais, um amigo e orientador, qualquer dúvida que tinha, sempre direcionava primeiro a ele, e obrigada por sempre ajudar, mesmo quando não pedia você estava lá me ajudando. A Iara, um doce de pessoa, com uma disponibilidade de ajudar incrível, que mesmo estando atarefada tirava momentos para ajudar os outros.

Aos colegas de laboratório, alunos da graduação e estagiários.

Aos técnicos da EMATER de Maceió por ter sido prestativos e incentivadores da pesquisa.

A todos os produtores que participaram da pesquisa, por serem símbolos de força e

sabedoria, depósito minha admiração.

Aos meus pais por nunca desistirem dos meus sonhos, por serem rochas firmes onde posso buscar força e segurança.

Aos meus irmãos que sonharam e sonham comigo, os meus sonhos, e familiares e amigos que torceram por mim.

A minha avó materna Maria (*in memoriam*) pelo amor que foi a mim transmitido, sua humildade me ensinou a ser humilde, sua esperança em um futuro melhor me fez acreditar que dias melhores virão. A COVID-19 a levou, assim como a minha avó paterna Iracema (*in memoriam*) de forma rápida e repentina, porém as lembranças ficaram e ensinamentos também.

Ao meu namorado Higor Samuel, pela calma, paciência, sabedoria e cuidados, por ser o melhor presente a mim concedido, obrigada por conhecer meu caos, me aceitar e me amar.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

(Marthin Luther King).

RESUMO

O gênero *Passiflora* ocorre principalmente em regiões tropicais. O Brasil é considerado o centro de diversidade do gênero e o maior produtor de maracujá no mundo, porém a existência da antracnose, que é a doença fúngica que mais ameaça o setor produtivo do maracujazeiro, tem causado problemas aos produtores. Causada por espécies de fungos do gênero *Colletotrichum*, o controle da doença torna-se difícil devido à diversidade fisiológica do patógeno. Sendo assim, existe a necessidade de identificar fontes de resistência e caracterizar os acessos para indicação nos cruzamentos para desenvolvimento de novas variedades. A pesquisa objetivou identificar acessos de maracujazeiro no banco de germoplasma da EMBRAPA (Mandioca e Fruticultura Tropical) com resistência à antracnose. Os 16 acessos de maracujazeiros cedidos pela EMBRAPA foram testados contra isolados de *Colletotrichum* obtidos de folhas de maracujazeiro com sintomas de antracnose em lavouras alagoanas e baianas. Quatro isolados foram identificados e inoculados nos acessos de maracujazeiro. A incidência da antracnose foi determinada com base no aparecimento das lesões; e a severidade foi avaliada considerando o diâmetro da lesão. O isolado obtido da Bahia foi o mais agressivo. A maioria dos acessos avaliados apresentaram grau de resistência, porém os acessos BC3A, BGP424, BGP427, BGP418, HRI30P; HRI19P.A, BC3B, HRI23, HRI30P foram os mais suscetíveis e as variedades FB300 e FB200 devem ser evitadas em áreas com histórico de incidência de antracnose. O experimento comprovou que existe variabilidade genética para resistência à antracnose nos acessos de maracujá da Embrapa.

Palavras-chave: Resistência genética; *Colletotrichum*; *Passiflora*; Agricultura familiar.

ABSTRACT

The genus *Passiflora* occurs mainly in tropical regions. Brazil is considered the center of diversity of the genus and the largest passion fruit producer in the world, however the existence of anthracnose, which is the fungal disease that most threatens the passion fruit production sector, has caused problems for producers. Caused by species of fungi of the genus *Colletotrichum*, control of the disease is difficult due to the physiological diversity of the pathogen. Therefore, there is a need to identify sources of resistance and characterize accessions for indication in crossings for the development of new varieties. The research aimed to identify passion fruit accessions in the EMBRAPA germplasm bank (Cassava and Tropical Fruit) with resistance to anthracnose. The 16 passion fruit accessions provided by EMBRAPA were tested against *Colletotrichum* isolates obtained from passion fruit leaves with anthracnose symptoms in crops in Alagoas and Bahia. Four isolates were identified and inoculated in passion fruit accessions. The incidence of anthracnose was determined based on the appearance of the lesions; and severity was assessed considering the diameter of the lesion. The isolate obtained from Bahia was the most aggressive. Most of the accessions evaluated showed a degree of resistance, however accessions BC3A, BGP424, BGP427, BGP418, HRI30P; HRI19P.A, BC3B, HRI23, HRI30P were the most susceptible and the FB300 and FB200 varieties should be avoided in areas with a history of anthracnose incidence. The experiment proved that there is genetic variability for resistance to anthracnose in Embrapa's passion fruit accessions.

Keywords: Genetic resistance; *Colletotrichum*; Passionflower; Family farming.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Compostos constituintes do mecanismo de defesa ativa e passiva das plantas (ROBAYO; GUTIÉRREZ, 2014)18
- Figura 2** - Inoculação das mudas de maracujazeiros com fragmentos de meio de cultivo sólido (BDA) contendo micélio de *Colletotrichum* spp. (A), fragmentos depositados nas folhas (B) e plantas na câmara com nebulizadores para manutenção da alta umidade (C)32
- Figura 3:** Crescimento micelial de *Colletotrichum* spp. visualizado pela face inferior (A), fundo da placa, e superior (B) do cultivo em meio BDA na placa de Petri33
- Figura 4** – Morfologia dos conídios (A) e apressórios (B) dos isolados MM7, MRA5, CBA1 e CBA2 de *Colletotrichum* spp.35
- Figura 5** - Lesões nas folhas nos acessos HRI24 (A) e BC3 D (B) causadas pela inoculação *in vivo* com fragmentos de meio de cultivo sólido (BDA) contendo micélio do isolado CBA136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de coloração do crescimento micelial das colônias fúngicas para classificar isolados de <i>Colletotrichum</i> spp. em grupos morfoculturais, adaptada de Tozze Júnior <i>et al.</i> (2015)	29
Tabela 2 - Índice de velocidade de crescimento micelial dos fungos com 7 dias em cultivo no meio BDA a 25 °C em fotoperíodo de 12 horas. As diferentes letras indicam médias que diferenciaram no teste de médias de Tukey (5%)	34
Tabela 3 - Medidas da largura (µm), comprimento (µm) e razão entre largura e comprimento (C/L) dos conídios e apressório produzidos pelos quatros isolados de <i>Colletotrichum</i> spp.	34
Tabela 4 - Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação com os quatro isolados de <i>Colletotrichum</i> spp. considerando os 16 acessos de maracujá	36
Tabela 5 - Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação do isolado CBA1 nos 16 acessos de maracujá	37
Tabela 6 - Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação do isolado MRA5 nos 16 acessos de maracujá	38
Tabela 7 - Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação do isolado CBA2 nos 16 acessos de maracujá	39
Tabela 8 - Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação do isolado MM7 nos 16 acessos de maracujá	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
EMATER	Instituto de Inovação para o Desenvolvimento Rural Sustentável de Alagoas
CECA	Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
PRONAT	Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Territórios Rurais
BDA	Batata, Dextrose e Ágar
TUB2	Gene da β -tubulina
GAPDH	Gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase
ITS	Espaço Interno Transcrito
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
CBD	Caldo de Batata e Dextrose
EPI	Equipamento de Proteção Individual
MRA5	Isolado obtido a partir da variedade Redondo Amarelo, Arapiraca/AL
MM7	Isolado de Maragogi
CBA1	Isolado 1 da Bahia
CBA2	Isolado 2 da Bahia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Resistência genética de plantas	16
2.2 Gênero <i>Passiflora</i>	18
2.3 Aspectos botânicos de <i>Passiflora</i>	20
2.4 Produção da cultura do maracujá	21
2.5 A doença antracnose do maracujazeiro	22
2.6 Resistência à antracnose em maracujá	23
2.7 Agricultura familiar	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Obtenção dos acessos de maracujá	27
3.2 Obtenção dos isolados de <i>Colletotrichum spp.</i>	27
3.3 Caracterização morfológica dos isolados de <i>Colletotrichum spp.</i> obtidos de tecidos com sintomas típicos de antracnose	28
3.4 Avaliação da resistência a incidência de antracnose	29
4 RESULTADOS	31
4.1 Caracterização morfológica dos isolados de <i>Colletotrichum spp.</i>	31
4.2 Avaliação da resistência a incidência de antracnose	34
5 DISCUSSÃO	40
6 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O maracujá apresenta grande importância social e econômica no Brasil, destacando como um dos principais produtos da fruticultura brasileira. A cultura permite uma colheita frequente e distribuída pela maior parte do ano (Mattar, 2021). Desta forma, o maracujazeiro oferece um retorno econômico mais rápido entre as frutíferas sendo uma alternativa de geração de renda contínua para grandes, médios, pequenos e microprodutores rurais (Grisi, 2020). O uso intensivo da mão-de-obra na cultura favorece a fixação do homem no campo (Faleiro *et al.*, 2005), evitando a migração para os centros urbanos.

O Brasil possui a produção de 683.993 toneladas (t) em uma área de 44.827 hectares (ha), sendo o Nordeste a maior região produtora do país. O maracujazeiro é plantado em quase todos os estados brasileiros, proporcionando economia e renda em inúmeros municípios (Faleiro *et al.*, 2016; Martins *et al.*, 2021). O estado da Bahia é o maior produtor da região nordeste, registrando a produção de 207.488 t. Em Alagoas, a fruta é predominantemente produzida por agricultores familiares e a produção da região é de 21.729 t. O município de Coruripe é o principal produtor do estado (IBGE, 2021).

Apesar do alto potencial produtivo, a produtividade do maracujá está abaixo do potencial da cultura que é de 22 t ha⁻¹. A alta incidência de doenças e de pragas é um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade que reduz a vida útil da cultura e a qualidade dos frutos (Grisi, 2020). Além de afetar a qualidade do produto e a produtividade, as doenças aumentam os custos de produção devido à necessidade de aplicação de medidas de controle (Silva, 2016).

A antracnose é uma doença que afeta várias espécies de plantas cultivadas. A doença é causada por espécies de fungos do gênero *Colletotrichum*, que causa danos nos frutos, folhas e ramos. O fungo foi classificado como o oitavo fungo fitopatogênico mais importante no mundo (Dean *et al.*, 2012). O gênero *Colletotrichum* abrange atualmente 280 espécies, todas aceitas com dados moleculares, dentre elas, 15 são espécies isoladas (*singleton*) e as outras 265 espécies estão agrupadas em um dos 16 complexos reconhecidos (Liu *et al.*, 2022). O controle da antracnose nos pomares é um desafio, devido à grande variabilidade fisiológica dos fungos fitopatogênicos, sendo a resistência genética a mais recomendada para a cultura do maracujá (Medeiros *et al.*, 2008; Rava *et al.*, 1994; Sponholz *et al.*, 2006; Carmo *et al.*, 2015).

A resistência genética é um dos principais pilares de sustentação da agricultura moderna para o controle de doenças (Costa *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2008; Sponholz *et al.*, 2006; Carmo *et al.*, 2015). O uso de cultivares resistentes é uma medida estratégica para a redução dos custos de produção, melhoria da qualidade do produto, sustentabilidade do agronegócio e,

principalmente, preservação do meio ambiente (Cunha *et al.*, 2004; Meletti *et al.*, 2005; Martins *et al.*, 2008). O maior avanço nas pesquisas com maracujazeiro foi dado pelo melhoramento genético. Entre elas destacam-se a criação de novas cultivares com características fitotécnicas superiores, citando a produtividade, a qualidade dos frutos, alta taxa de pegamento dos frutos e a resistência a viroses, bactérias, fungos, nematóides e pragas (Lima, 2005).

No estado de Alagoas, a secretaria de agricultura tem relatado a perda de produção e de lavouras devido a incidência da antracnose. O trabalho objetivou avaliar acessos do banco de germoplasma de maracujá para resistência a *Colletotrichum* spp.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resistência genética de plantas

A resistência tem como característica a redução da taxa da epidemia, por meio da diminuição do número e tamanho das lesões, da diminuição da produção de esporos e do aumento do período latente, possibilitando a sobrevivência do hospedeiro. A identificação de genótipos resistentes permite transferir a resistência em variedades produtivas e de boa qualidade no mercado (Silva; Juliatti; Silva, 2007; Sousa *et al.*, 2014).

A resistência das plantas emprega defesas que podem ser “estáticas” ou “constitutivas” e “ativas” ou “induzidas”. Muitas formas de defesa envolvidas podem ser as mesmas em ambos os casos. O mecanismo de defesa “estáticas” ou “constitutivas” é constituído por aquelas características físico-químicas preexistentes na planta. O mecanismo de defesa “ativas” ou “induzidas” refere-se ao processo de resistência sistêmica. O mecanismo é gerado após a planta detectar que está sendo atacada pelo patógeno (Robayo; Gutiérrez, 2014). Enquanto a defesa induzida possui aspectos comuns a todas as plantas, o acúmulo de defesas constitutivas é espécie-específica (Gatehouse, 2002).

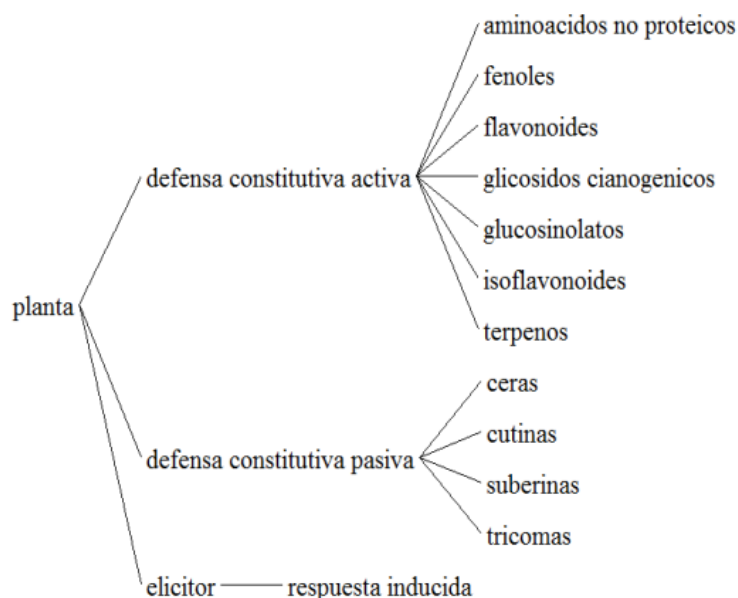
A resposta de defesa ativa ou passiva é composta por mecanismos estruturais ou bioquímicos. Os estruturais atuam como promotores de barreiras físicas, impedindo a entrada do patógeno e sua colonização dos tecidos. Os bioquímicos resultam do conjunto de reações que ocorrem nas células do hospedeiro produzindo substâncias que são tóxicas ao patógeno ou pode ainda promover condições adversas para o estabelecimento e crescimento do patógeno no interior da planta (Agrios, 2004; Brasil, 2018).

No contato da planta com um patógeno, o mecanismo de defesa é acionado. O componente ativador da resposta é denominado de elicitor. A planta reconhece o elicitor através de um receptor, encarregado de dar o alerta de ataque pelo patógeno. A molécula elicitora

funciona com um sinalizador, que atua como um gatilho para o processo de resistência; e como um provável amplificador do sinal de ataque (Robayo; Gutiérrez, 2014).

Os marcadores principais da resposta de defesa da planta são os hormônios vegetais, ácido salicílico e o ácido jasmônico, que caracteriza a resposta a patógenos biotróficos e necrotróficos. No processo estão envolvidos outros metabólitos intermediários, como o ácido benzóico, encontrado na mesma rota de síntese do ácido salicílico. Uma vez ativados os componentes desta cadeia, será gerada a resposta da planta, que pode ser de expressão de genes específicos de defesa contra o patógeno, a síntese de fitoalexinas, a formação de barreiras estruturais e a resposta de hipersensibilidade, conhecido com o processo de morte celular programada (Robayo; Gutiérrez, 2014).

Figura 1 - Compostos constituintes do mecanismo de defesa ativa e passiva das plantas.



Fonte: (Robayo; Gutiérrez, 2014).

As plantas utilizam dois tipos de resposta de defesa para responder aos desafios do patógeno (Deyoung; Innes, 2006). A resistência das plantas é eficiente porque acontece em multicamadas. A princípio tem-se a imunidade inata que determina a resistência ampla a inúmeros agentes patogênicos (Cui; Tsuda; Parker, 2015) e uma segunda direcionada a patógenos específicos. A resposta primária tem como origem estímulo extracelular, que pode desencadear respostas de largo espectro. A resposta específica tem como origem um estímulo de origem intracelular, com reconhecimento muito específico do agente patogênico (Faulkner, 2016).

No primeiro contato do agente patogênico com a superfície das células, ocorre o

reconhecimento extracelular. Moléculas padrão associadas a patógenos ou microrganismos (PAMPs/MAMPs – do inglês “Pathogens- ou Microbe-Associated Molecular Patterns”) são reconhecidas pelos receptores transmembranares (PRRs) localizados na membrana plasmática da célula (Lee et al., 2017). Se o patógeno superar a primeira linha de defesa, invadindo o espaço intracelular, uma segunda linha de defesa é acionada, denominada por imunidade desencadeada por efetores, ETI (Faulkner, 2016). Neste mecanismo secundário, os agentes patogênicos responsáveis pela virulência (avr), são reconhecidos, ao entrarem na célula, por receptores específicos, codificados por genes de resistência, genes R (Buscaill; Rivas, 2014).

A primeira linha de defesa da planta contra patógenos é a sua superfície, conhecida como mecanismos de defesa estrutural, à qual estes últimos têm de aderir e penetrar para causar doença (Agrios, 2004). Apesar da epiderme ter várias funções, a mais importante é a de prover proteção aos tecidos fotossintéticos e vasculares (Zeyen; Carver; Lyngkjaer, 2002). Para auxiliar nesta função, a epiderme possui algumas estruturas de defesa inatas, estruturas presentes na planta mesmo antes do contato com o agente patogênico (Agrios, 2004; Dickison, 2000). As estruturas de defesa inatas incluem: a quantidade e qualidade de ceras e cutículas; a estrutura da parede das células epidérmicas; o tamanho, localização e forma dos estômatos, lenticelas e hidátodos; a coifa e a mucilagem das raízes; e o tegumento das sementes (Agrios, 2004; Singh; Singh, 2005).

Outras estruturas estão ausentes e podem formar após o ataque e durante a resposta à infecção, designadas por estruturas de defesa induzidas (Singh; Singh, 2005). As estruturas de defesa induzidas podem ser histológicas, envolvendo a formação de camadas de células suberizadas, formação de zonas de abscisão, formação de tiloses e deposição de gomas. As respostas também podem ser celulares, envolvendo alterações morfológicas ou hipertrofia da parede celular que evita penetração pelo envolvimento da hifa e deposição de papila. Podem ainda ocorrer os processos de reação de defesa citoplasmática, quando as estruturas de defesa envolvem o citoplasma das células atacadas e reação de defesa necrótica ou hipersensível, que se baseia na morte da célula invadida, com o objetivo de proteger a planta hospedeira do desenvolvimento da patogênese (Agrios, 2004).

2.2 Gênero *Passiflora*

Maracujá é o nome geral dado a várias espécies de *Passiflora*. Estima-se que o gênero *Passiflora* possua mais de 500 espécies e a maioria produz frutos para consumo *in natura* e processamento industrial; ou flores de beleza exuberante e grande potencial ornamental

(Faleiro; Juqueira, 2009). A maioria das espécies são encontradas na América Tropical, incluindo Brasil, Colômbia, Peru, Equador, Bolívia e Paraguai, embora existam espécies nativas dos Estados Unidos à Argentina, além da Ásia, Austrália e China. No Brasil, existem mais de 80 espécies endêmicas compondo a biodiversidade brasileira (Bernacci *et al.*, 2015; Faleiro; Juqueira, 2009; Faleiro *et al.*, 2019). Existe uma ampla variabilidade genética no gênero *Passiflora* (Ferreira, 1998), grande parte dessa variabilidade está dispersa no território brasileiro, o que coloca o Brasil entre um dos principais centros de diversidade genética desse gênero (Castellen *et al.*, 2005; Ferreira, 2005).

O maracujá é plantado em quase todos os estados brasileiros, proporcionando economia e renda em inúmeros municípios, com forte apelo social, já que se destaca como uma cultura que requer uso intensivo de mão-de-obra (Faleiro *et al.*, 2005). O Brasil é o maior produtor mundial com uma produção de 593.429 t em uma área de 41.584 ha. O Nordeste é a maior região produtora do país, com 375.514 t. O estado da Bahia tem a maior produção da região registrando a produção de 160.902 t (IBGE, 2021).

No Brasil, *Passiflora edulis* Sims (maracujá azedo, maracujá amarelo, ‘maracuya’) é encontrado em mais de 90% dos pomares. Outras espécies cultivadas no Brasil incluem *P. alata* Curtis (maracujá-açu, maracujá mamão), *P. setacea* DC. (maracujá do sono, maracujá do cerrado, maracujá pérola, maracujá sururuca, maracujá de cobra) e *P. cincinnata* Mast. (maracujá do mato, maracujá da caatinga), também cultivada como planta frutífera. Além disso, outras espécies como *P. edulis* Sims f. *edulis* (maracujá roxo nativo), *P. nitida* Kunth (maracujá suspiro, maracujá do cerrado), *P. quadrangulares* L. (maracujá gigante, ‘badea’, maracujá de quilo) e *P. maliformis* L. (cholupa, granadilla de pietra) são cultivados localmente. No Brasil, o uso de interespecíficas híbridos para fins ornamentais têm apresentado interesse de produtores, sendo uma tradição em alguns países europeus (Faleiro *et al.*, 2019).

O amplo consumo faz o maracujá ser conhecido como “o rei das frutas”. O maracujá é frequentemente consumido fresco ou na forma de polpa para sucos. Uma gama de produtos feitos com maracujá foi desenvolvida, incluindo bolo, sorvete, geleia, iogurte, bebida composta, chá, vinho, vinagre, caldo de sopa e molho de condimentos. O maracujá também é usado como medicamento popular tradicional e agente hidratante cosmético em muitos países (Xu *et al.*, 2016).

Além de todo o seu potencial na indústria, podemos destacar que os componentes nutricionais de *P. edulis* incluem fibra dietética, carboidratos, lipídios, ácidos carboxílicos, polifenóis, compostos voláteis, vitaminas, minerais, proteínas e aminoácidos. Até o momento,

mais de 110 tipos de constituintes químicos foram isolados e identificados de *P. edulis*, entre eles flavonóides, triterpenóides e carotenóides (He *et al.*, 2020). As propriedades farmacológicas de Passifloras são avaliadas em pesquisas que buscam demonstrar a eficácia e fomentar a produção de fitoterápicos, como por exemplo para a espécie *Passiflora incarnata*, conhecida como maracujá-vermelho (Santos *et al.*, 2020).

O uso de *P. incarnata* iniciou-se no século XVII, na Europa, porém existem especulações de que já era utilizado para tal finalidade, desde os tempos imemoriais. Desta forma, o vegetal dispõe de efeito positivo no tratamento de ansiedade, insônia, nevralgia e doença de Parkinson (Dhawan; Kumar; Sharma, 2001; Ingale; Hivrale, 2010). *Passiflora incarnata* detém de alto valor medicinal devido às suas propriedades químicas e farmacológicas de ser antiespasmódico, antiepilético, antiasmático, narcótico, anti-histérico, ansiolítico e sedativo, em decorrência da presença de passiflorina, flavonoides, alcaloides e c-glicosídeos. Os estudos permitiram o desenvolvimento de medicamentos para auxiliarem no tratamento ansiolítico com atividade sedativa (Nascimento *et al.*, 2009; Miroddi *et al.*, 2013).

2.3 Aspectos botânicos de *Passiflora*

No campo da sistemática botânica, a família Passifloraceae está dividida em duas tribos, Paropsieae e Passiflorieae. Essa última está representada no continente americano por quatro gêneros: *Astrophea*, *Decaloba*, *Passiflora* e *Deidamioides* (Farias *et al.*, 2016), entre os quais destaca-se o gênero *Passiflora* (Cervi, 2006). O gênero *Passiflora* é facilmente reconhecido por apresentar gavinhas axilares, nectários extraflorais no pecíolo foliar, flores com androginóforo, corona de filamentos em uma a várias séries, cinco estames e três carpelos (Cruz *et al.*, 2013).

As espécies de maracujazeiro são plantas trepadeiras herbáceas ou lenhosas, podendo atingir de 5 a 10 m de comprimento. A maioria das espécies apresenta crescimento vigoroso e contínuo, o sistema radicular superficial, possui longo período de produção, com florescimento e frutificação em vários meses do ano. Dependendo da espécie, as folhas, flores e frutos apresentam vários formatos, cores e tamanhos. As flores são hermafroditas, grandes, vistosas e protegidas na base por brácteas foliares (Moreira *et al.*, 2018).

A depender da espécie, a abertura da flor pode ocorrer no período matutino, vespertino ou noturno. Os frutos do maracujazeiro são usualmente bagas indeiscentes, com sementes normalmente envolvidas por um arilo de onde se extrai a polpa (pode ser ácida ou doce), que é aproveitada de várias maneiras e apresenta diferentes valores comerciais (Vanderplank, 2000; Rodrigues *et al.*, 2022).

O gênero *Passiflora* possui os seguintes aspectos botânicos sistemáticos: ramo cilíndrico a anguloso, com gavinhas; estípulas glandulares ou eglandulares; pecíolos glandulares na porção proximal, mediana ou distal; lâminas alternas espiraladas; ápice acuminado, atenuado, obtuso a agudo, mucronado ou não; base cuneada, obtusa, arredondada, cordada a subcordada; margem inteira, duplo serreada a levemente ondulada; glandulares ou eglandulares; venação broquidódroma, actinódroma suprabasal ou semicraspedódroma; três brácteas, oblongas, lanceoladas, ovadas a elípticas; margem inteira, denteada a serreada, glandular ou e glandular (Cruz *et al.*, 2013).

Apresenta flor com pedúnculo diminutamente estrigoso, pubescente, puberulento a glabro; hipanto campanulado a cilíndrico campanulado glandular ou e glandular; cinco sépalas oblongas, oblongo-lanceoladas a lanceoladas; margem inteira, glandular ou e glandular; cornícula apical, subapical, dorsal ou ausente; cinco pétalas oblongas, oblongo-lanceoladas a lineares; corona de filamentos em duas séries à multisseriada; opérculo membranoso ou filamentoso; límen tubular, anular ou ausente; disco nectarífero presente ou ausente; cinco estames ; ovário trilocar, ovóide, oblongo, globoso, elipsóide, unilocar; três estiletes; fruto baccado, ovóide, oblongo, globoso a elipsóide (Cruz *et al.*, 2013).

A polinização das flores se dá de duas formas, natural ou manual. Existem 19 espécies de insetos polinizadores capazes de realizar esta função, dentre elas, 13 espécies são do grupo Centridini (é uma tribo de abelhas, família Apidae). Para a espécie *Passiflora edulis* Sims e *Passiflora alata*, destacam-se as mamangavas do gênero *Xylocopa* ssp. uma das maiores responsáveis pela polinização natural (Fonseca, 2017). As flores de *P. edulis* apresentam características adaptadas à polinização por abelhas de grande porte, que ao visitarem a flor do maracujazeiro, encostam seu dorso nos estames onde estão os grãos de pólen, fazendo sua retirada e levando-os para o estigma, efetuando dessa maneira a polinização (Benevides *et al.*, 2009).

2.4 Produção da cultura do maracujá

Os frutos do maracujá possuem ampla comercialização, gerando emprego e renda, principalmente devido às propriedades físico-químicas, como o teor de sais minerais e vitaminas (Moura *et al.*, 2016). O maracujá amarelo é uma fruta tropical de grande importância para o setor agrícola brasileiro. O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá. A produção nacional, no ano de 2020, de acordo com o IBGE (IBGE, 2021), foi de 690.364 toneladas, os principais municípios produtores são: Livramento de Nossa Senhora (BA), Viçosa do Ceará

(CE), Ubajara (CE) e Ibiapina (CE). A Bahia é o principal produtor, com cerca de 207 mil t, em 16 mil ha, seguido pelo Ceará com cerca de 177 mil toneladas em 7 mil hectare; Santa Catarina com 47 mil toneladas, em um mil hectare e Pernambuco, com 32 mil t, em 2 mil ha (Sidra, 2020).

A produção de maracujá vem ganhando grande importância no mundo. A produção vem sendo afetada devido à ocorrência de doenças, como a antracnose. As doenças são um fator limitante para a cultura do maracujazeiro, reduzindo a vida útil dos pomares e aumentando os custos de produção, devido à necessidade de aplicação de medidas de controle (Silva, 2016).

2.5 A doença antracnose do maracujazeiro

A doença antracnose é causada principalmente por fungos do gênero *Colletotrichum*. O gênero *Colletotrichum* descrito por Corda em 1831, pertence ao Filo Ascomycota, família Glomerellaceae e possui a fase teleomórfica denominada de *Glomerella* spp., sendo o agente causal da antracnose (Almeida, 2015). As espécies do gênero *Colletotrichum* apresentam alta variabilidade, manifestada pela morfologia da colônia, forma dos conídios, presença e formação de setas, apressórios, pigmentação e patogenicidade (Menezes, 2006; Sierra Hayer, 2014).

Os fungos do gênero *Colletotrichum* penetram na planta por aberturas naturais, por ferimentos ou ativamente por meio de estruturas especializadas, denominados apressórios (Agrios, 2004). Este fungo forma frutificações setosas chamadas de acérvulos, dentro dos quais são produzidos os conídios e conidióforos. Os conídios podem permanecer viáveis por semanas ou meses, dependendo da umidade relativa do ar, desde que estejam cobertos pela matriz mucilaginosa (Bergstrom; Nicholson, 1999; Silva, 2006) e em sementes podem sobreviver por até três anos (Warren, 1977).

Os danos causados por *Colletotrichum* spp. são mais expressivos em plantios adultos de maracujá, geralmente após o primeiro pico de safra, chegando a provocar seca de galhos e morte das plantas (Junqueira *et al.*, 2005). O fungo infecta tecidos novos e brotações, podendo permanecer em estado latente ou quiescente, sem mostrar sintomas até que as condições climáticas se tornem favoráveis; ou a planta sofra algum tipo de estresse, quer seja nutricional, hídrico ou por excesso de produção. Quando a planta começa a apresentar esses sintomas, geralmente começam a secar.

Nos frutos, os sintomas são caracterizados pela presença de lesões marrons com halo esverdeado, às vezes na forma de pequenas pontuações verdes. Sob condições de armazenamento, as lesões adquirem coloração marrom, aumentam de tamanho, podendo atingir

até 3 cm de diâmetro. Com o tempo, as lesões coalescem, tomando toda a superfície do fruto. Sobre as lesões, em condições de alta umidade, podem surgir frutificações de cor rosa podendo surgir pontuações escuras dispostas na forma de anéis concêntricos. A doença é mais severa nos frutos desenvolvidos durante o período chuvoso (Junqueira *et al.*, 2003).

A gama de espécies de *Colletotrichum* que infecta o maracujazeiro tem aumentado, há relatos de *Colletotrichum tropicale* causando antracnose em maracujá no Brasil (Silva *et al.*, 2021). Outras espécies como *C. fructicola*, *C. theobromicola*, *C. plurivorum* e *C. brevisporum* já foram encontradas no território brasileiro, principalmente em Alagoas (Silva *et al.*, 2021; Laurentino da Silva *et al.*, 2022).

2.6 Resistência à antracnose em maracujá

A alta incidência de doenças e de pragas é um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade, redução de vida útil da cultura e qualidade inferior dos frutos (Grisi, 2020). O critério mais utilizado para avaliar a qualidade dos frutos de maracujá destinados ao mercado *in natura* é a aparência externa. Os problemas identificados pela cadeia produtiva para a comercialização do fruto é a perda de massa e o consequente murchamento, o que confere um aspecto enrugado ao fruto. Além do murchamento, a podridão e a fermentação da polpa reduz a vida útil do fruto na prateleira (Rinaldi, 2017; Tavares *et al.*, 2003; Durigan, 1998).

Avaliação de 72 genótipos de maracujazeiro-amarelo para resistência ao fungo *C. gloeosporioides* indicou genótipos com respostas diferenciais para a incidência da doença. No estudo, os genótipos PES-7 e PES-9 foram classificados como moderadamente resistentes à antracnose, demonstrando potencialidade para programas de melhoramento, enquanto Redondão, Roxo Médio Alongado, MAR 20-16, MAR 20-30, AR2, GA 2, Rubi Gigante e o genótipo 7 RC3 foram classificados como suscetíveis, e os demais, como altamente suscetíveis (Martins *et al.*, 2008).

Os fungos do gênero *Colletotrichum* apresentam uma grande diversidade, dificultando o controle químico e genético da doença devido a presença de indivíduos resistentes aos métodos de controle químicos na população. Desta forma, a pressão de seleção selecionará na população indivíduos resistentes mudando o perfil da população, tornando-a rapidamente resistente aos fungicidas.

No controle de doenças, o uso de variedades resistentes é o mais desejável. No entanto, a disponibilidade de um único material resistente promoverá uma pressão de seleção para indivíduos virulentos com baixa frequência da população, alterando o perfil genético da

população e quebrando a resistência da variedade resistente (Alves *et al.*, 2018). O aumento da disponibilidade de materiais genéticos é necessário para a redução da pressão de seleção nas populações do patógeno do campo (Martins *et al.*, 2008).

A disponibilidade de novas variedades favorece a rotação de variedades nos cultivos subsequentes e evitando o surgimento de isolados mais agressivos ou virulentos às variedades resistentes. Estudos adicionais sobre a resistência da antracnose na cultura do maracujá são necessários para identificar acessos de espécies do gênero *Passiflora* quanto a reação ao *Colletotrichum* spp. A obtenção de cultivares mais resistentes tem se mostrado fundamental para o setor agrícola brasileiro. Pesquisas baseadas em melhoramento vegetal, visando o controle de doenças de etiologia fúngica, são conduzidas por diferentes empresas de pesquisa, públicas e privadas (Brasil *et al.*, 2018).

A variabilidade genética dentro de acessos *P. edulis* podem conter fontes de resistência importantes para os programas de melhoramento genético para a resistência à antracnose. Para isso, é necessário que os métodos de inoculação do patógeno e caracterização da resistência sejam eficazes. As formas utilizadas para avaliação da resistência genética a essa doença tem sido o plantio em áreas com histórico da doença (Cavichioli *et al.*, 2011; Laranjeira *et al.*, 2005), emprego de métodos *in vitro* (Flores *et al.*, 2012) método que se refere ao que é feito fora de um organismo vivo com uso tecidos ou órgãos (Secco, 2018) e inoculação do patógeno *in vivo* (Silva *et al.*, 2013), onde utiliza indivíduo vivo em situação de casas de vegetação ou campo (Secco, 2018).

Na busca de alternativas para o controle da antracnose, ações de pesquisa e desenvolvimento no Brasil têm evidenciado o potencial agrônomo e comercial de espécies silvestres de *Passiflora*, como por exemplo: *P. serrato-digitata*, *P. gibertii*, *P. coccinea*, *P. actinea*, *P. setacea*, *P. nitida*, *P. caerulea* e alguns acessos de *P. edulis* (Faleiro *et al.*, 2012).

A obtenção de variedades resistentes é um processo complexo devido à grande variabilidade fisiológica dos fungos patogênicos, principalmente do gênero *Colletotrichum* (Medeiros *et al.*, 2008; Rava *et al.*, 1994; Sponholz *et al.*, 2006, Carmo *et al.*, 2015). A variabilidade fisiológica dos fungos patogênicos exige uma contínua procura por materiais resistentes (Sartorato, 1988; Brammer, 2000, Carmo *et al.*, 2015).

2.7 Agricultura familiar

A agricultura familiar tem um grande papel na produção de alimentos, inclusive da cultura do maracujá. Os agentes da agricultura familiar são pequenos agricultores rurais, comunidades

de povos tradicionais e assentados da reforma agrária (MAPA, 2020). A produção da agricultura familiar é diversificada estando associada ao cultivo do milho, trigo, cana, mandioca, feijão, arroz, mamona, café, frutas, hortaliças e olerícolas; e a pecuária (leiteira, gado de corte, ovinos, caprinos, suínos e aves).

A inserção de cultivo de maracujá obteve sucesso na produção da agricultura familiar voltada para o mercado nacional (Guimarães, 2023). No entanto, a renda da produção familiar é afetada diretamente por problemas fitossanitários. As doenças reduzem a produção e aumentam os custos devido a implementação do controle químico ou cultural. O uso de variedades resistentes é uma alternativa mais sustentável, sendo o custo atribuído apenas à aquisição das sementes.

A agricultura familiar se encarrega de produzir em torno de 80% dos alimentos que são consumidos no mundo e no qual se encarrega de proporcionar o aumento da sustentabilidade ambiental, e preservar e restaurar a biodiversidade e os ecossistemas da agricultura (FAO, 2021). Não podemos deixar de destacar a produção agrícola familiar, com um grande papel por ser responsável pelo abastecimento de alimentos que sai do campo para mesa do consumidor brasileiro e para o mercado internacional (Bovo, 2022).

A formação da agricultura familiar aconteceu, inicialmente, pelo envolvimento de populações produzindo alimentos para a subsistência (Las casa, 2000). Posteriormente passou-se a ocorrerem permutas, comercialização de produtos em baixa escala, negociação com intermediários e consumidores, formando um mercado de oferta e demanda (Rambo *et al.*, 2016). Na oferta ao setor agroalimentar, a agricultura familiar contribui com 40% dos alimentos que vão à mesa da população global (ONU, 2012).

Ao longo dos anos, a agricultura familiar e suas organizações vêm ganhando cada vez mais reconhecimento. Esse reconhecimento se reflete na criação de políticas públicas específicas, como é o caso do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). O PNAE se constitui em oportunidade para que os agricultores familiares e seus empreendimentos coletivos consigam diversificar e escoar a produção, se mostrando uma alternativa real de geração de renda, oportunidade de inclusão produtiva para jovens e mulheres, entre outras virtudes do programa. Ao mesmo tempo, é um enorme desafio para a legitimação da agricultura familiar no abastecimento de alimentos, ao passo que estes produtos ainda não chegam com relevância nas cantinas das escolas públicas nos grandes centros (Costa; Junior; Silva, 2015).

Acrescentando, em 2009, o PNAE teve outra importante mudança em sua forma de execução. Tornou-se obrigatória a utilização de, no mínimo, 30% dos recursos financeiros

provenientes do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para a aquisição de alimentos da agricultura familiar, além de proibir e limitar a aquisição de alguns alimentos (Brasil, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) onde realizou-se experimento com objetivo de caracterizar acessos de espécies do gênero *Passiflora* quanto a reação a *Colletotrichum* spp.

3.1 Obtenção dos acessos de maracujá

As sementes de 16 acessos de *Passiflora* spp. foram cedidas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura e compõem o banco de germoplasma da instituição. Os acessos eram identificados como: HRI 19 P.A, HRI 21, HRI 23, HRI 24, HRI 30 P.A, BGP 424, BGP 427, BGP 418, BGP 436, BGP 437, BC3 A, BC3 B, BC3 D, SCS 437, BRS GA, FB200 e FB300. A semeadura dos acessos foi feita em bandeja de plástico com 91 células com a capacidade de 1,8 litros contendo terra coletada da camada de 30 cm superficial ao solo, e mantidas em casa de vegetação. Após a germinação, as plantas foram adubadas quinzenalmente com 15 mL de adubo líquido contendo nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (proporção 10.10.10). Após o aparecimento de cinco a sete folhas, as plantas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 0,5 dm³, contendo o mesmo tipo de terra utilizadas para a germinação das sementes. As plantas foram tutoradas à medida que cresciam. O controle de pragas foi feito via catação quando necessário.

3.2 Obtenção dos isolados de *Colletotrichum* spp.

Os isolados foram obtidos de folhas de maracujazeiros com sintomas de antracnose. O isolamento do agente causador da doença foi realizado a partir da área de transição entre o tecido lesionado e o tecido sadio. Folhas de maracujá com sintomas típicos de antracnose foram lavadas com sabão neutro em águas corrente, posteriormente, secas em papel toalha e mantidas em bancada. Os fragmentos foram desinfestados com a imersão em solução de álcool etílico a 70% por 30 segundos e seguida pela imersão em uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,5 % por 5 minutos. Após a sequência de desinfecção, os fragmentos foram lavados duas vezes com água estéril. Posteriormente, os fragmentos foram introduzidos em cada placa de petri contendo meio BDA (Batata, Dextrose e Ágar a 2%) contendo 100 g. mL⁻¹ de sulfato de estreptomicina (Strobel *et al.*, 1996). Quatro fragmentos de tecido foliar foram introduzidos em cada placa..

As placas foram mantidas a 28 °C em BOD. O aparecimento de crescimento micelial

originados a partir dos fragmentos foi acompanhado diariamente. Após o aparecimento de crescimento fungico, fragmentos de meio de cultivo das margens do crescimento micelial das colônias foram transferidas para placas de BDA sintético (0,25%) Os isolados foram cultivados em incubadora para demanda bioquímica de oxigênio (BOD) por 7 dias a 28 °C.

3.3 Caracterização morfológica dos isolados de *Colletotrichum* spp. obtidos de tecidos com sintomas típicos de antracnose.

A caracterização morfológica baseou-se na velocidade de crescimento, coloração do micélio e morfologia dos conídios. As colônias foram obtidas dos isolados preservados em Castellani (preservação em água destilada). Os isolados foram cultivados em meio BDA a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas em incubadora BOD. O crescimento das colônias foi avaliado diariamente medindo o diâmetro da colônia. No sétimo dia foi observada a coloração do micélio tendo como parâmetro uma escala qualitativa (tabela 1) para definição de grupos morfoculturais de acordo com a morfologia das colônias (Tozze Júnior et al., 2015).

Tabela 1 – Escala de coloração do crescimento micelial das colônias fúngicas para classificar isolados de *Colletotrichum* spp. em grupos morfoculturais, adaptada de Tozze Júnior *et al.* (2015).

Escala	Coloração das Colônias	
	Face superior	Face inferior
1	Branca	Branca/Castanho
2	Branca	Branca/Castanho/preto
3	Branca/Salmão	Salmão

Fonte: autora.

A caracterização do crescimento micelial foi realizada medindo o diâmetro do crescimento da colônia do fungo. A medição aconteceu durante os primeiros 7 dias de crescimento. Inicialmente, um disco de meio BDA contendo o micélio foi utilizado com inóculo. O inóculo foi retirado da borda de colônias cultivadas por 7 dias em meio BDA e transferidos para o centro de novas placas de Petri, contendo meio BDA sintético. O diâmetro das colônias (mm) foi avaliado através da mensuração do raio, em dois sentidos perpendiculares. O índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), foi determinado com os dados de crescimento diário da colônia (Pereira, 2016), de acordo com a fórmula (1) a seguir:

$$IVCM = \sum (D_n - D_{n-1}) N^{(-1)}$$

Onde: IVCM: Índice de velocidade de crescimento micelial (mm dia⁻¹);

D_n: Diâmetro médio da colônia no dia n (mm);

D_{n-1}: Diâmetro médio da colônia do dia anterior, n-1 (mm);

N: Número de dias de avaliação do crescimento após a repicagem.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições para cada isolado, sendo a parcela experimental constituída por uma placa de Petri. As diferenças entre as velocidades de crescimento foram determinadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade com o Software SISVAR.

A morfologia dos conídios e apressórios foi determinada avaliando o tamanho e a forma de cinquenta conídios e cinquenta apressórios. Os esporos foram escolhidos aleatoriamente após dez dias de crescimento em meio BDA sintético (2,0 x 10⁴ g/L). A suspensão de esporos foi depositada (40 µL) em uma lâmina de vidro, e foi observado em um microscópio óptico. A mensuração do comprimento e largura de apressórios, considerou-se como comprimento, a distância entre o septo existente entre os apressórios e o tubo germinativo e a extremidade mais distante do mesmo. A largura foi mensurada em sentido perpendicular ao considerado para o comprimento (Costa, 2014).

A formação de apressórios foi observada após a germinação dos esporos em condição de câmara úmida. Uma gota de suspensão de esporos foi depositada sobre uma lâmina de vidro estéril. A lâmina foi acondicionada em placa de Petri forrada com papel filtro estéril umedecido com água destilada esterilizada (ADE), para manter o ambiente úmido e permitir a germinação dos conídios. Após 48 horas, as medidas de comprimento e largura dos conídios e apressórios foram obtidas através de imagens obtidas por câmera digital (Olympus IX2-SLP) acoplada ao microscópio óptico com aumento de 400x, projetada em monitor de computador, através do programa *Cellsenses Standard* (SAMSUNG SDC-415®).

3.4 Avaliação da resistência a incidência de antracnose

A suscetibilidade de acessos de maracujá aos isolados de *Colletotrichum* spp obtidos de tecidos sintomáticos foi avaliada em plantas com 60 dias. As plantas apresentavam entre cinco e seis folhas. As sementes do acesso foram germinadas em substrato e após 20 dias as mudas foram transplantadas para bandejas de 64 células com capacidade total de 7,3 litros (12,5 cm, x 53,7 cm x 28,8 cm).

A inoculação do patógeno nas plantas foi realizada em três folhas localizadas na região central da planta. As folhas foram lesionadas com auxílio de uma agulha esterilizada para facilitar a penetração do fungo (Tozze Júnior et al., 2015). A inoculação do patógeno foi realizada com fragmento do meio de cultivo do fungo em meio BDA contendo micélio. O disco foi colocado na face adaxial da folha no local das lesões. O controle do experimento foi feito com discos de BDA sem cultivo do fungo. Após a inoculação, as plantas foram acondicionadas em estrutura de câmara úmida. A câmara úmida era uma estrutura montada com tubos de policloreto de vinil (PVC) coberta de plástico transparente (2 x 2 m). A umidade da câmara foi mantida utilizando um aparelho de nebulização com umidificador ultrassônico de ar (Comfort Air 2 NUA-02 da Mondial). O equipamento ficava ligado na capacidade média de nebulização por 4 h e desligado por 1 h. As plantas permaneceram neste ambiente até o final do experimento que durou 7 dias (figura 2-C).

Figura 2 – Inoculação das mudas de maracujazeiros com fragmentos de meio de cultivo sólido (BDA) contendo micélio de *Colletotrichum* spp (A), fragmentos depositados nas folhas (B) e plantas na câmara com nebulizadores para manutenção da alta umidade (C).



Fonte: Dados da pesquisa.

A resposta das plantas à inoculação com os isolados de *Colletotrichum* spp. foi avaliada de acordo com o tamanho da lesão. A avaliação iniciou com o aparecimento das primeiras lesões e seguiu até o sétimo dia. As médias dos valores do diâmetro da lesão do sétimo dia de avaliação foram utilizadas para na análise estatística (Sousa et al. 2014). Os valores das medições dos tratamentos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias, comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância, utilizando-se do programa SISVAR (Zonta; Machado, 1995).

4 RESULTADOS

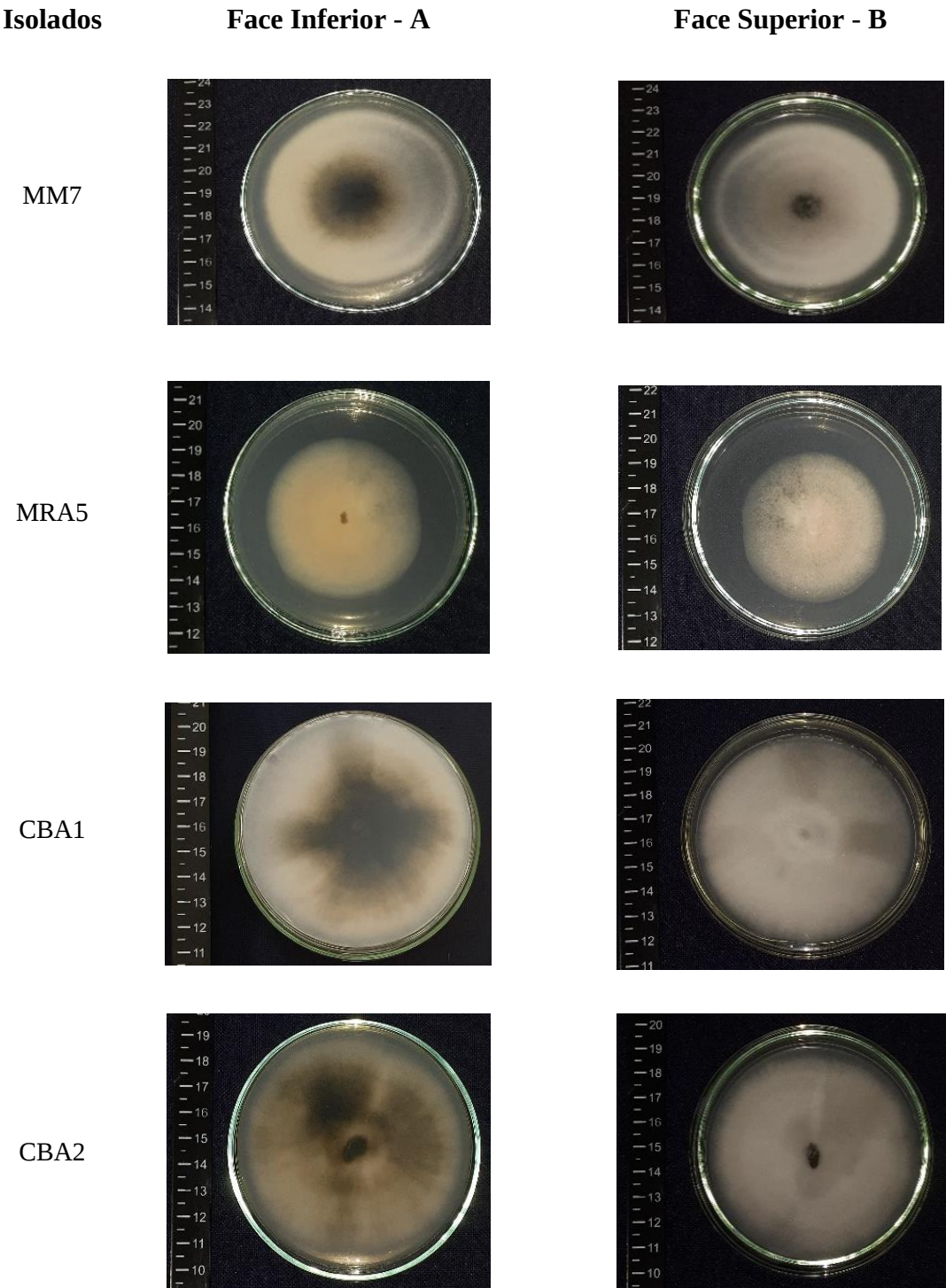
4.1 Caracterização morfológica dos isolados de *Colletotrichum* spp

Os isolamentos dos tecidos foliares de maracujá com sintomas de antracnose resultaram na obtenção de quatro isolados. Dois isolados foram obtidos de plantio comercial do estado de Alagoas (Arapiraca – MRA5 e Maragogi – MM7) e dois do estado da Bahia (Cruz das Almas – CBA1 e CBA2).

Na caracterização morfológica da coloração micelial, os quatro isolados do gênero *Colletotrichum* foram classificados de acordo com os parâmetros de Tozze Júnior *et al.* (2015). As colorações do crescimento micelial variaram entre branca e salmão (rosado) para o isolado (MRA5), com reverso do cultivo (fundo da placa de cultivo) igualmente semelhante ou variando de branco a cinza-claro. Os outros três isolados variaram entre branco, castanho e preto, tanto a face superior quanto reversa.

Os isolados variaram no tipo de crescimento aéreo do micélio (Figura 3). Os isolados MRA5, MM7 e CBA1 apresentaram micélio fino e plumoso. No isolado CBA2 a presença de micélio do tipo plumoso foi quase inexistente (CBA2).

Figura 3: Crescimento micelial de *Colletotrichum* spp. visualizado pela face inferior (A), fundo da placa, e superior (B) do cultivo em meio BDA na placa de Petri.



Fonte: Autora.

O Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) dos isolados de *Colletotrichum* spp. variou entre 8,7 mm.dia-1 (MRA5) e 12,86 mm.dia-1 (CBA2). O isolado MRA5 comparado com os outros isolados (Tabela 2) tem um crescimento diário menor em relação aos demais.

Tabela 2 – Índice de velocidade de crescimento micelial dos fungos com 7 dias em cultivo no meio BDA a 25 °C em fotoperíodo de 12 horas. As diferentes letras indicam médias que se diferenciaram no teste de médias de Tukey (5%).

Tratamentos	Médias (mm.dia-1)
MRA5	8,73 a
MM7	12,23 b
CBA1	12,51 b
CBA2	12,86 b

Fonte: Dados da pesquisa.

Na análise dos conídios, o isolado MM7 apresentou conídios curtos com extremidades arredondadas enquanto os isolados MRA5, CBA1 e CBA2 apresentaram conídios retos, cilíndricos, com ápices arredondados (Tabela 3). Todos os conídios são hialinos. O comprimento dos conídios dos quatro isolados variou entre 7,51 μ m a 7,87 μ m com média de 7,70 μ m. A largura dos conídios variou entre 3,18 μ m e 3,91 μ m com média de 3,53 μ m.

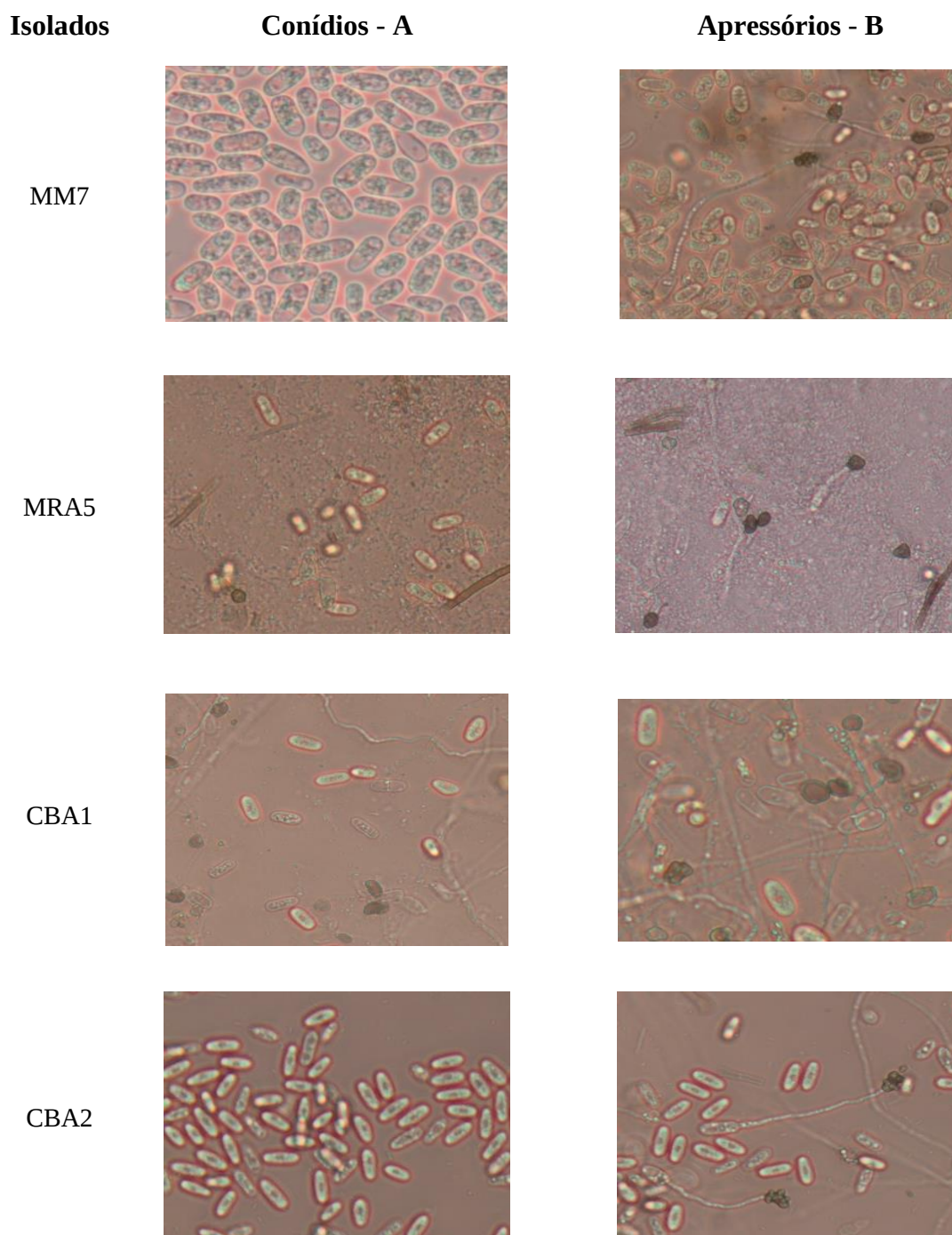
Tabela 3 – Medidas da largura (μ m), comprimento (μ m) e a razão entre largura e comprimento (C/L) dos conídios e apressórios produzidos pelos quatros isolados de *Colletotrichum* spp.

Isolado	CONÍDIO (μ m)			APRESSÓRIO (μ m)		
	Largura	Comprimento	C/L	Largura	Comprimento	C/L
MRA5	3,43	7,82	2,28	3,45	4,17	1,20
MM7	3,46	7,60	2,19	3,81	4,86	1,27
CBA1	3,72	7,51	2,01	3,98	5,53	1,38
CBA2	3,53	7,87	2,22	4,00	5,27	1,31
Média	3,53	7,70	2,17	3,81	4,95	1,29

Fonte: Dados da pesquisa.

Os conídios e apressórios dos isolados eram hialinos, e os apressórios miceliais apresentaram coloração variável de marrom claro a marrom escuro (Figura 4).

Figura 4 – Morfologia dos conídios (A) e apressórios (B) dos isolados MM7, MRA5, CBA1 e CBA2 de *Colletotrichum* spp.



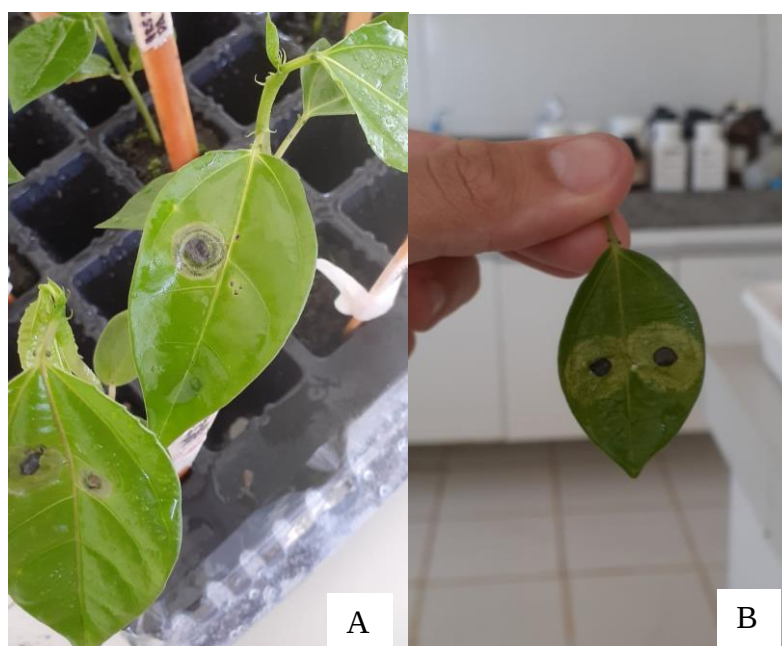
Fonte: Autora.

4.2 Avaliação da resistência a incidência e severidade da antracnose

A avaliação da severidade foi realizada em acessos de maracujá depositados no banco de germoplasma de maracujá da EMBRAPA. Os isolados de *Colletotrichum* spp foram

patogênicos a todos os acessos. Os sintomas surgiram dois dias após a inoculação (Figura 5a). Observou-se que quando a lesão atingia 1,0 cm de diâmetro havia queda de folhas inoculadas, enquanto as demais permaneceram na planta (Figura 6b).

Figura 5 – Lesões nas folhas nos acessos HRI24 (A) e BC3 D (B) causadas pela inoculação *in vivo* com fragmentos de meio de cultivo sólido (BDA) contendo micélio do isolado CBA1.



Fonte: SANTOS, M. I. G, 2022.

Os isolados MRA5 (Arapiraca, AL) e CBA1 (Cruz das Almas, BA) causaram lesões maiores nos acessos testados, com médias de 1,63 mm e 2,07 mm, respectivamente (Tabela 4). Os isolados MM7 (Margogi, AL) e CBA2 (Cruz das Almas, BA) causaram o mesmo tamanho de lesão.

Tabela 4 – Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação com os quatro isolados de *Colletotrichum* spp. considerando os 16 acessos de maracujá.

Isolados	Médias*
CBA1	2,07 b
MRA5	1,63 b
CBA2	0,84 a
MM7	0,51 a

* as letras em minúsculo indicam diferenças estatística pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Dados da pesquisa.

O CBA1 causou lesões variando entre 0,72 e 4,72 cm entre os acessos de maracujá. Apenas dois acessos apresentaram lesões menores que 0,87 (FB300 e BGP424). Os demais isolados apresentaram lesões superiores a 1 cm. Apesar da amplitude do tamanho das lesões, os maiores valores foram observados nos acessos SCS437, FB200, HRI30P.A, BC3D, mas não diferenciaram estatisticamente (Tabela 5). Todas as variedades apresentaram a mesma reação para o isolado.

Tabela 5 - Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação do isolado CBA1 nos 16 acessos de maracujá.

Acessos	Médias (cm)
FB300	0,72 a
BGP424	0,87 a
HRI19P.A	1,05 a
BGP418	1,15 a
HRI23	1,30 a
BC3A	1,30 a
BC3B	1,40 a
BGP436	1,45 a
BGP427	1,65 a
GA	1,72 a
HRI21	1,72 a
SCS437	2,80 a
HRI24	3,15 a
FB200	3,97 a
HRI30P.A	4,22 a
BC3D	4,72 a

* as letras em minúsculo indicam diferenças estatística pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Dados da pesquisa.

O MRA5 causou lesões variando entre 0,2 e 3,6 cm. Os acessos mais suscetíveis foram HRI30P.A e BC3A (Tabela 6).

Tabela 6 – Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação do isolado MRA5 nos 16 acessos de maracujá.

Acessos	Médias*
GA	0,2 a
HRI23	0,3 a
HRI24	0,5 a
FB300	0,6 a
SCS437	0,9 a
BC3B	1,0 a
HRI19P.A	1,1 a
BGP424	1,1 a
BGP436	1,8 a
BGP427	2,1 a
BC3D	2,1 a
HRI21	2,3 a
BGP418	2,3 a
FB200	2,4 a
HRI30P.A	3,5 b
BC3A	3,6 b

* Teste de comparação de médias – Scott-Knott. As letras em minúsculo indicam diferenças estatística pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Dados da pesquisa.

O CBA 2 causou lesões variando entre 0,0 e 2,9 cm entre os acessos de maracujá. Dez acessos apresentaram menores lesões, sendo inferior a 0,6 cm. Os acessos com maiores lesões foram HRI 19 P.A, BC3 B, HRI 23, HRI 30 P.A, FB 300 e FB 200 (Tabela 7).

Tabela 7 - Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação do isolado CBA2 nos 16 acessos de maracujá.

Acessos de maracujá	Médias
BGP424	0,0 a
HRI24	0,0 a
BGP418	0,1 a
SCS437	0,1 a
GA	0,1 a
BGP436	0,1 a
BC3D	0,2 a
BGP427	0,3 a
HRI21	0,3 a
BC3A	0,6 a
HRI19P.A	1,1 b
BC3B	1,2 b
HRI23	1,7 b
HRI30P.A	2,0 b
FB300	2,4 b
FB200	2,9 b

* as letras em minúsculo indicam diferenças estatística pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Dados da pesquisa.

O MM7 causou entre os acessos de maracujá lesões variando entre 0,0 e 2,9 cm. O MM7 foi menos agressivo. Quatorze acessos de maracujá apresentaram lesões inferiores a 0,4 cm. Os acessos mais suscetíveis foram BGP424, BGP427 e BGP418 (Tabela 8), apresentaram as maiores lesões.

Tabela 8 - Tamanho médio da lesão (cm) causada pela inoculação do isolado MM7 nos 16 acessos de maracujá.

Acessos	Médias*
SCS437	0,0 a
HRI30P.A	0,0 a
HRI24	0,0 a
BC3B	0,0 a
GA	0,0 a
FB300	0,0 a
BC3A	0,0 a
HRI19P.A	0,0 a
HRI21	0,1 a
BC3D	0,1 a
HRI23	0,2 a
FB200	0,2 a
BGP436	0,4 a
BGP424	1,6 b
BGP427	2,5 b
BGP418	2,9 b

* as letras em minúsculo indicam diferenças estatística pelo teste de Scott-Knott 5% de probabilidade de erro. Fonte: Dados da pesquisa.

5 DISCUSSÃO

Os fungos foram patogênicos aos acessos genéticos de maracujá da EMBRAPA. O isolado de *Colletotrichum* spp. mais agressivo foi o CBA1, coletado de plantios no estado da Bahia, seguido do isolado MRA5, coletado de plantios no estado de Alagoas. Os acessos genéticos de maracujá demonstraram diferentes graus de resposta à infecção pelo patógeno. Alguns acessos foram resistentes aos patógenos, sendo a maioria recomendados para desenvolvimento de variedades visando resistência a fungos do gênero *Colletotrichum*.

O isolado mais agressivo foi o CBA1, coletado de plantios no estado da Bahia, seguido do isolado MRA5, coletado de plantios no estado de Alagoas. O isolado CBA1 causou uma lesão com maior diâmetro, especificamente no acesso BC3D (4,72 mm), apesar de não diferir estatisticamente dos demais acessos. O isolado MRA5 causou uma lesão de 3,6 mm no acesso BC3A. Os isolados CBA2 e MM7 causaram menores lesões de 2,9 mm nos acessos FB200 e BGP418, respectivamente.

Os isolados de *Colletotrichum* spp. apresentaram uma coloração variável entre as colônias assim como é característico do gênero (Sutton, 1980; Sutton, 1992; Bonett *et al.*, 2010; Weir; Johnston; Damm, 2012; Damm *et al.*, 2012). As aparências macroscópicas das culturas podem variar dentro de uma mesma espécie, fatores de armazenamento como temperatura, luminosidade e meio de cultura, interferem na estabilidade e aspecto das colônias (Menezes, 2002). A diversidade na coloração das colônias foi observada para outra espécie do gênero *Colletotrichum*, com por exemplo o *C. gloesporioides* (Serra *et al.*, 2011). As colônias dos quatro isolados desenvolveram micélio com cor branca, cinza-claro, cinza-escuro, oliva escuro e rosa. Todas estas cores correspondem às de *C. gloesporioides*. A cor rosa do micélio, observado para o isolado MRA5 é associada a *C. acutatum*, sendo que a parte superior das colônias pode variar de branco a cinza e a parte inferior de branco a rosa (Almeida; Coêlho, 2007).

A maior agressividade não foi associada ao maior crescimento micelial diário. O crescimento micelial dos quatro isolados de *Colletotrichum* spp. variou entre 8,7 mm.dia⁻¹ a 12,86 mm.dia⁻¹. O isolado MRA5 teve um crescimento diário menor em relação aos demais. O crescimento diário de colônias dos isolados de *Colletotrichum* spp. em mangueira praticamente todos apresentaram crescimento médio superior a aproximadamente 5 mm.dia⁻¹ (Maia *et al.*, 2011). Os isolados CBA1, CBA2 e MM7 tiveram rápido crescimento micelial, em que atingiram o diâmetro da placa de Petri (8,5 cm) em menos de 10 dias. Isolados de espécies de *C. gloesporioides* e *C. theobromicola* apresetaram a mesma taxa de crescimento (Weir;

Johnston; Damm, 2012).

Na análise dos conídios, os isolados (MM7) apresentaram conídios hialinos curtos com extremidades arredondadas e também apresentaram conídios retos, cilíndricos, com bordas redondas (MRA5, CBA1 e CBA2). Assim como visto no trabalho de Souza (2022), ao caracterizar fisiologicamente a espécie *Colletotrichum musae* pertecente ao complexo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz. Sacc. associados a *Manguifera indica* L. em diferentes regimes de temperatura, onde os isolados purificados apresentavam colônias de coloração branco-cinza, com conídios retos, cilíndricos, de ápices arredondados, com comprimento variando de 13,53 µm a 18,17 µm e largura entre 4,81 µm e 6,59 µm, semelhante às descrições dos conídios do presente estudo.

Na caracterização de *Colletotrichum* spp. agente causal da antracnose nas culturas do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) e da romãzeira (*Punica granatum* L.) na região Nordeste do Brasil, a espécie *C. theobromicola* apresentou conídios retos, cilíndricos, com ápices arredondados, com valores médios de comprimento e largura 7,63 – 3,01 µm. Os apressórios apresentaram formatos irregulares com média de comprimento e largura de 4,25 – 3,21 µm. Resultados que se assemelham ao do presente estudo (Batista, 2016).

Ao caracterizar espécies de *Colletotrichum* associadas com bagas de café no norte da Tailândia, encontrou-se conídios hialinos, de formato cilíndrico, com extremidades ligeiramente arredondadas, diferindo nas dimensões que apresentaram 9.7-14 × 3-4.3 µm e apressórios de coloração marrom, com formatos clavados, oval e irregulares, com dimensões de 4,3-9,7 × 3.7- 7.3 µm (Prihastuti *et al.*, 2009).

Tratando-se do método de inoculação do estudo, outros estudos realizados com *C. gloeosporioides* em maracujá (*Passiflora edulis*) revelaram que a reprodução dos sintomas da doença ocorreu somente quando houve inoculação com ferimento no limbo foliar (Francisco Neto *et al.*, 1995). Assim como na folha, nos frutos, em experimentos, é necessário também realizar ferimentos em sua superfície (Almeida; Coêlho, 2007).

O ferimento é importante para a penetração de algumas espécies de *Colletotrichum* (Bailey *et al.*, 1992). Desta forma, ter feitos os ferimentos no limbo foliar facilitou o desenvolvimento do patógeno, mesmo sem saber de qual espécie propriamente dita se tratava, estudos apontaram que esta era a melhor forma de proceder com *Colletotrichum* em maracujá, além de oferecer as mesmas condições de campo que o patógeno precisa para infectar seu hospedeiro (Almeida; Coêlho, 2007).

Sabe-se que há uma diversidade de espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose

em folhas de maracujá em Alagoas. Quatro espécies e uma espécie desconhecida foram identificadas como agentes etiológicos da antracnose nesta cultura, a maior parte incluída no complexo *C. gloesporioides*, seguindo pelos complexos *C. orquidearum*, *C. magnun* e *C. boninense* (Laurentino da Silva *et al.*, 2022). Sendo assim, o trabalho contínuo com inoculação de patógenos e avaliação da incidência e severidade de doenças é de grande relevância (Faleiro *et al.*, 2005). Não apenas com antracnose, mas também com outras doenças que afetam o maracujazeiro (Carvalho *et al.*, 2021).

A maioria dos acessos apresentaram grau de resistência, podendo ser selecionados para futuros ciclos de combinação e recombinação de progênies para fins de aumentar a resistência desses acessos. Os acessos BC3A, BGP424, BGP427, BGP418, HRI30P; HRI19P.A, BC3B, HRI23 e HRI30P devem ser evitados pois foram mais suscetíveis ao menos a um isolado do estudo. As variedades FB300 e FB200 também devem ser evitadas em áreas com histórico de incidência de antracnose. Em programas de melhoramento genético de maracujá, a melhoria da produção e produtividade normalmente está relacionada com o aumento da resistência de genótipos a diferentes doenças (Viana, 2018). Os acessos genéticos mais suscetíveis devem ser evitados em cruzamento ou seleções para resistência a doenças causadas pelo patógeno do gênero *Colletotrichum*.

Neste sentido, é preciso dar continuidade à busca por cultivares resistentes, sendo imprescindível o uso de diferentes espécies do gênero *Passiflora*, onde é evidente que a resistência do genótipo pode ser afetada pela variabilidade dos isolados de *Colletotrichum* (Gonçalves *et al.*, 2018; Barbosa, 2019).

6 CONCLUSÃO

O programa de melhoramento da EMBRAPA tem material genético capaz de atender a demanda de produtores de Alagoas por variedades resistentes.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. Plant Pathology. San Diego: **Academic Press**, 2004. 922p.
- ALVES, R. M. *et al.* Resistência de genótipos de cupuaçuzeiro a *Lasiodiplodia theobromae*. **Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2018.
- ALMEIDA, L. B. **Diversidade e identificação molecular de isolados de *Colletotrichum* associados ao gênero *Capsicum* no Amazonas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2015.
- ALMEIDA, L. C.C., COELHO, R. S. B. Caracterização da agressividade de isolados de *Colletotrichum* de maracujá amarelo com marcadores bioquímico, fisiológico e molecular. **Fitopatol. Bras.** 32 (4), ago. 2007.
- BARBOSA, A. A. **Identificação de fontes de resistência a antracnose e verrugose e estudo histopatológico do processo infeccioso de isolados de *Colletotrichum* spp. em *Passiflora* spp.** 2019. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de planta) - Universidade Estadual de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2019.
- BATISTA, L. R. L. *et al.* **Caracterização de *Colletotrichum* spp. agente causal da antracnose nas culturas do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* Deg) e da romazeira (*Punica granatum* L.) na região nordeste do Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2016.
- BENEVIDES, C. R.; GAGLIANONE, M. C.; HOFFMANN, M. Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na Região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 415–421, 2009.
- BERGSTROM, G.C.; NICHOLSON, R.L. The biology of corn anthracnose: knowledge to exploit for improved management. **Plant Disease**, v. 83, n. 7, p. 596-608, 1999.
- 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.
- BOVO, P. C. Análise da viabilidade econômica do cultivo de maracujá-azedo no município de Lidianópolis-PR. **Engenharia Agrônômica**, 2022.
- BRASIL, S. O. S. *et al.* Importância da resistência de plantas no controle de oídio: um levantamento de cultivares de soja no Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 188-202, 2018.
- BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). **Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nº 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei nº 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2009.

BRAMMER, S.P. **Mapeamento de genes de resistência parcial à ferrugem-da- folha em cultivares brasileiras de trigo (*Triticum aestivum* L. em Thell).** 2000. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BUSCAILL, P.; RIVAS, S. Transcriptional control of plant defence responses. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 20, p. 35–46, 2014.

CASTELLEN, M. S.; CERVI, A. C.; AMARAL, W. A. N. **O gênero *Passiflora* L. nos Tabuleiros Costeiros.** In: SILVA Jr., J. F. (Org.). Recursos genéticos dos tabuleiros e seus ecossistemas associados- fruteiras. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 32 p. No prelo

CARMO, M. D. S. *et al.* Avaliação de acessos de feijão-fava, para resistência a *Colletotrichum truncatum*, em condições de folhas destacadas e campo. **Summa Phytopathologica**, v. 41, p. 292-297, 2015.

CARVALHO, J. A. *et al.* Passion Fruit (*Passiflora* spp.) species as sources of resistance to soil phytopathogens *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *Passiflorae* complex. **Plant Protection Rev. Bras. Frutic.** v. 43, n. 1, e. 427, 2021.

CAVICHIOLO, J.C. *et al.* Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 567-574, 2011.

CERVI, A. C. O gênero *Passiflora* L. (Passifloraceae) no Brasil: espécies descritas após o ano de 1950. **Real Jardim Botânico**, 2006.

COSTA, B. A. L; AMORIM JUNIOR, P. C. G; SILVA, M. G. As cooperativas de agricultura familiar e o mercado de compras governamentais em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, p. 109-126, 2015.

COSTA, I. F. D. *et al.* Reação de germoplasma comercial de soja a *Colletotrichum truncatum*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 47-50, 2009.

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

CRUZ, A. P. O. *et al.* *Passiflora* (Passifloraceae) na Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, p. 113-122, 2013.

CUI, H.; TSUDA, K.; PARKER, J. E. Effector-triggered immunity: from pathogen perception to robust defense. **Annual Review of Plant Biology**, v. 66, p. 487–511, 2015.

CUNHA, M. A. P; BARBOSA, L. V; FARIA, G. A. Melhoramento genético. In: LIMA, A. de A.; CUNHA, M. A. P. da. Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, p. 68-93, 2004.

DAMM, U. *et al.* The *Colletotrichum boninense* species complex. **Mycol.**, v. 73, p.136, 2012.

DEAN, R. *et al.* The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. **Molecular Plant**

Pathology, v. 13, p. 414-430, 2012.

DEYOUNG, B. J.; INNES, R. W. Plant NBS-LRR proteins in pathogen sensing and host defense. **Nature Immunology**, v. 7, p. 1243–1249, 2006.

DICKISON, W. C. Defense mechanisms and structural responses of plants to diseases, pests, and mechanical injury. **Integrative Plant Anatomy**, p. 357–381, 2000.

DHAWAN, K.; KUMAR, S.; SHARMA, A. Anti-anxiety studies on extracts of *Passiflora incarnata* Linneaus. **Journal of ethnopharmacology**, v. 78, n. 2-3, p. 165-170, 2001.

DURIGAN, J. F. Colheita e conservação pós-colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998. 388 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo de maracujá**, 2017.

FALEIRO, F. G. *et al.* Conservação e caracterização de espécies silvestres de maracujazeiro (*Passiflora* spp.) e utilização potencial no melhoramento genético, como porta-enxertos, alimentos funcionais, plantas ornamentais e medicinais- resultados de pesquisa. **Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro - desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 187-210, 2005.

FALEIRO, F. G. *et al.* Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, 2019.

FALEIRO, F. G. *et al.* The states of Brazil's plant genetic resources. Second National Report. **Conservation and Sustainable Utilization for food and agriculture**. Brasília, DF: Embrapa, 2009. p. 101-106.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 341 p.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Década das Nações Unidas para a Agricultura Familiar**. FAO. Brasil - BR, 2021. Disponível em <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1190270/>> acesso em 21. jan. 2023.

FARIAS, V. *et al.* Anatomia foliar de *Passiflora* subgênero *Decaloba* (Passifloraceae): implicações taxonômicas. **Rodriguésia**, v. 67, p. 29-44, 2016.

FAULKNER, C. Defense Mechanisms in Plants. **Encyclopedia of Immunobiology**, v. 1, p. 389–396, 2016.

FERREIRA, F. R. Recursos genéticos de *Passiflora*. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**, p. 41-50, 2005.

FERREIRA, F. R. **Germoplasma de maracujá**. In: Reunião técnica de pesquisa em maracujazeiro no Brasil. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1998. p. 48-53.

(EMBRAPA/CNPMPF. Documentos 77).

FONSECA, K. G. **Validação de descritores, caracterização e diversidade genética de cultivares de espécies comerciais e silvestres de maracujazeiro**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

FLORES, P. S. *et al.* In vitro selection of yellow passion fruit genotypes for resistance to *Fusarium* vascular wilt. **Plant Cell Tiss Organ Cult**, Cham, v. 108, n. 1, p. 37-45, 2012.

GATEHOUSE, J.A. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**, v.156, p.145-169, 2002.

GONÇALVES, Z. S. *et al.* Identification of *Passiflora* spp. genotypes resistant to Cowpea aphid-borne mosaic virus and leaf anatomical response under controlled conditions. **Scientia Horticulturae**. v. 231, p. 166-178. 2018.

GRISI, M. C. M. **Resistência a doenças, produtividade e características físicas de híbridos multiespecíficos de maracujá azedo**. 2020. Tese (Doutorado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

GUIMARÃES, J. S. *et al.* **Agricultura familiar e as tecnologias sociais no território do sertão produtivo: Análise exploratória com foco no desenvolvimento rural**. 2023. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

HE, X. *et al.* *Passiflora edulis*: Uma visão sobre as pesquisas atuais em fitoquímica e farmacologia. **Fronteiras em farmacologia**, v. 11, p. 617, 2020.

INGALE, A. G.; HIVRALE, A. U. Pharmacological studies of *Passiflora* sp. and their bioactive compounds. **African Journal of Plant Science**, v. 4, n. 10, p. 417-426, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção de Maracujá. (2021). Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/al>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

INSTITUTO FNP. AGRIANUAL - **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, 2016. 472 p.

JUNQUEIRA, N. T. V. *et al.* Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá- azedo cultivadas sem agrotóxicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 38, n. 8 p. 1005-1010, 2003.

JUNQUEIRA, N. T. V. *et al.* Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência à doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.(Ed.) **Maracujá germoplasma e melhoramento genético**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 80-108.

LARANJEIRA, F.F. *et al.* Progresso da fusariose do maracujá em porta-enxertos do gênero *Passiflora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p.146, 2005.

LAS CASA, A. L. Marketing de Varejo. 2 ed. São Paulo: **Atlas**, 2000.

LAURENTINO DA SILVA, J. *et al.* Espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose em maracujazeiro no Brasil. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, 2022.

LEE, H.A. *et al.* Current Understandings of Plant Nonhost Resistance. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 30, p. 5–15, 2017.

LIMA, A. A. Aspectos fitotécnicos: desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T.; BRAGA, M. F. Maracujá: Germoplasma e melhoramento genético. Planaltina – DF: **Embrapa Cerrados**, 2005.670 p.

LIU, F.; MA, Z. Y.; HOU, L. W.; DIAO, Y. Z.; WU, W. P.; DAMM, U.; SONG, S.; CAI, L. Updating species diversity of *Colletotrichum*, with a phylogenomic overview. **Studies in Mycology**, v. 101, p. 1–56, 2022.

MAIA, F. G. M. *et al.* Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum* spp. isolados de mangueira com sintomas de antracnose. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 205-210, Mar./Apr. 2011.

MAPA. **Agricultores familiares têm novo canal para comunicar perdas de alimentos**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/noticias/agricultores-familiares-tem-novo-canal-para-comunicar-perdasde-alimentos>. Acesso em: 01 dez. 2023.

MARTINS, I. *et al.* M. Reação de genótipos de maracujazeiro-amarelo ao *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p.639-643, 2008.

MARTINS, M. H. *et al.* Diagnóstico socio produtivo dos sistemas de produção de maracujá na agricultura familiar em Carlinda, Mato Grosso. **Extensão Rural**, v. 28, n. 3, p. e15-e15, 2021.

MATTAR, G. S. **Adubação nitrogenada e espaçamento na produtividade, qualidade e estado nutricional do maracujá-azedo ‘IAC 10’ implantado com mudas avançadas**. 2021. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical) - INSTITUTO AGRONÔMICO, Campinas, 2021.

MEDEIROS, L.A.M. *et al.* Reação de germoplasma crioulo de feijoeiro a *Colletotrichum lindemuthianum*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, n. 4, p. 273-280, 2008.

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C. Caracterização fenotípica de três seleções de maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims). **Rev. Bras. Frutic.** v. 27, n. 2, p. 268-272, 2005.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 23-24, 2002.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v.3, p. 170–179, 2006.

MIRODDI, M. *et al.* *Passiflora incarnata* L.: ethnopharmacology, clinical application, safety and evaluation of clinical trials. **Journal of ethnopharmacology**, v. 150, n. 3, p. 791-804,

2013.

MOURA, G. S. *et al.* Conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo por derivados de capim limão (*Cymbopogon citratus*). **Ambiência**, Guarapuava, v. 12, n. 2, p. 667-682, mai./ago. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2016.02.11>.

MOREIRA, M.P.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; CARLOSAMA, A.R.; CARRANZA, C. **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2018.

NASCIMENTO, D. F. *et al.* Estudo de toxicologia clínica de um fitoterápico contendo *Passiflora incarnata* L., *Crataegus oxyacantha* L., *Salix alba* L. em voluntários saudáveis. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 1, p. 261-268, 2009.

Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural; Ministério do Desenvolvimento Agrário. -- São Paulo: **DIEESE; NEAD; MDA**, 2011.

ONU. Organização das Nações Unidas. Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: **Rio+20**, 2012.

PEREIRA, F. D. **Caracterização Morfocultural e Molecular de Isolados de *Colletotrichum* spp. Provenientes de Diferentes Frutas Tropicais**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, - UNESP Campus de Jaboticabal. P. 23-25, 2016.

PRIHASTUTI, H. *et al.* Characterization of *Colletotrichum* species associated with coffee berries in northern Thailand. **Fung. Divers.** v. 39, p. 89-109, 2009.

RAMBO, J. R.; TARSINATO, M. A. A.; LAFORGA, G. Agricultura familiar no Brasil, conceitos em construção: trajetória de lutas, história pujante. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 12, n. 1, p. 86-96, 2016.

RAVA, C.A.; PURCHIO, A.F.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 167-172, 1994.

RINALDI, M. M. *et al.* Conservação pós-colheita de frutos de Passiflorasetacea DC. submetidos a diferentes sanitizantes e temperaturas de armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

ROBAYO, M. Y. D.; GUTIÉRREZ, M. C. Mecanismos de resistencia sistémica en plantas. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 2, p. 1-19, 2014.

RODRIGUES, S. B.; SANTOS. *et al.* **Produtividade de progênies híbridas de maracujá-azedo cultivadas em estufa e telado**. 2022.

SANTOS, A. P. M. *et al.* Propriedades neuropsicofarmacológicas, compostos quimicamente ativos e uso medicinal da *Passiflora incarnata*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 94823-94836, 2020.

SARTORATO, A. Antracnose. In: Zimmermann, M.J.O.; Rocha, M.; Yamada, T. Cultura do

feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, **Potafos**: 1988, p.457-477.

SECCO, G. G; BELTRAME, B. M.; SCHWANZ, M. Avaliação in vitro do fator de proteção solar (FPS) de cosméticos fotoprotetores manipulados. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 30, n. 4, p. 242-249, 2018.

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**, v.37, n.1, p.42-51, 2011.

SIERRA HAYER, J. F. **Variabilidade genética de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* em seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Brasil**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração em proteção de plantas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, 2014.

SIDRA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. 2020. Disponível em: Tabela 1613: Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes (ibge.gov.br) . Acesso em: 06 de dezembro de 2022.

SILVA, V. A. S; JULIATTI, F. C; SILVA, L. A. S. Interação entre resistência genética parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1261-1268, 2007.

SILVA, V. A. **Resposta de cultivares de milho a *Colletotrichum graminicola***. 2006. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, produção vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.

SILVA, J. L. et al. Primeiro relato de *Colletotrichum tropicale* causando antracnose em *Passiflora edulis* no Brasil. **Doença das Plantas**, v. 105, n. 11, p. 3761, 2021.

SILVA, A. S.; OLIVEIRA, E. J.; HADDAD, F.; LARANJEIRA, F.F.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, S. A. S.; COSTA, M. A. P. C.; FREITAS, J. P. X. Identification of passion fruitn genotypes resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 236-242, 2013.

SILVA, R. M. **Enxertia de cultivares de maracujazeiro azedo sobre *Passiflora foetida* L.: desempenho agrônômico das cultivares, caracterização morfoagronômica, variabilidade genética do portaenxerto e resistência a fusariose**. 2016.

SINGH, D. P; SINGH, A. Disease and insect resistanse in plants. Enfield, New Hampshire: **Science Publishers**, 2005.

SOUSA, M. A. F. et al. Reação de progênies de maracujazeiro azedo à antracnose em condições de casa de vegetação. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 563-570, 2014.

SOUZA, D. P. **Caracterização fisiológica de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Sacc. associados a *Mangifera indica* L. em diferentes regimes de temperatura**. 2022. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Goiás, Itapemerim, 2022.

SPONHOLZ, C; FREIRE FILHO, F. R; MAIA, C. B.; RIBEIRO, V. Q.; CARDOSO, M. O.

Reação de genótipos de feijão-caupi a *Colletotrichum truncatum*. Teresina: Embrapa Meio-Norte, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 65, 2006. 18p.

SUTTON, B.C. (Ed). **The Coelomycetes**. Fungi imperfecti with pycnidia acervuli and stromata. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1980. 696 p.

SUTTON, B. C. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: BAILEY, J.A.; JEGGER, M.J. (Eds.). *Colletotrichum – Biology, Pathology and Control*. Wallingford. CAB International, 1992. p. 1-26.

VIANA, J. M. M. **Estudo da resistência de genótipos de maracujá-azedo a verrugose em ambiente protegido**. 2018.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. The MIT Press: Cambridge, 2000.

TAVARES, J. T. Q. *et al.* Aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio em maracujá amarelo. **Magistra**, v. 15, n. 1, p. 7-12, 2003.

TOZZE JÚNIOR, H. J. *et al.* Caracterização de isolados de *Colletotrichum* spp. associados às frutíferas no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v. 41, p. 270-280, 2015.

XU, F. Q. *et al.* Efeitos protetores do cicloartano triterpenoides de *Passiflora edulis* Sims contra a neurotoxicidade induzida por glutamato em células PC12. **Fitoterapia**, v. 115, p. 122–127, 2016.

WARREN, H.L. Survival of *Colletotrichum graminicola* in corn kernels. **Phytopathology**, v. 67, p. 160-162, 1977.

WEIR, B. S.; JOHNSTON, P. R.; DAMM, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Studies Mycology**, Utrecht, v. 73, p. 115–180, 2012.

ZEYEN, R. J.; CARVER, T. L. W.; LYNCKJAER, M. F. Epidermal cell papillae. The Powdery Mildews: A Comprehensive Treatise. **APS Press**, 2002.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. Sistema de análises estatísticas (SANEST) para microcomputadores. **Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação**, p. 17-18, 1995.