

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
LÍDIA FERREIRA MORAES
FABÍOLA LUZIA DE SOUSA SILVA
(ORGANIZADORAS)**

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

3

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
LÍDIA FERREIRA MORAES
FABÍOLA LUZIA DE SOUSA SILVA
(ORGANIZADORAS)**

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

3

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Lídia Ferreira Moraes
Fabiola Luzia de Sousa Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 3 / Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Lídia Ferreira Moraes, Fabiola Luzia de Sousa Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0377-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.777222306>

1. Agronomia. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Moraes, Lídia Ferreira (Organizadora). III. Silva, Fabiola Luzia de Sousa (Organizadora). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O agronegócio brasileiro vem se expandindo cada vez mais, isso se deve ao constante crescimento populacional, com isso tem-se uma demanda maior por alimentos e insumos necessários para os processos produtivos, as importações e exportações também tem a sua influência para tal acontecimento, já que o Brasil se destaca entre os países que mais produzem.

Entretanto, mesmo com toda informação já existente ainda se faz necessário o desenvolvimento de novos estudos, a fim de capacitar e minimizar alguns entraves existentes no sistema de produção, considerando o cenário atual a demanda por informações de boa qualidade é indispensável.

Com isso, o uso de tecnologias, técnicas e pesquisas necessitam estar atreladas na produção agrícola para desde modo obter sucesso e alta produtividade. Com base nisso a obra “Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 3” vem com o intuito de trazer aos seus leitores informações essenciais para o sistema agrícola.

Apresentando trabalhos desenvolvidos e resultados concretos, com o objetivo de informatização e capacitação acerca deste setor, oferecendo a possibilidade do leitor de agregar conhecimentos sobre pesquisas desenvolvidas para a agricultura. Pesquisas que buscam contribuir para o aprimoramento dos pequenos, médios e grandes produtores. Desejamos a todos, uma excelente leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Lídia Ferreira Moraes

Fabiola Luzia de Sousa Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA Y MOLECULAR DE LA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO BORLAUG 100

José Luis Félix-Fuentes
Guillermo Fuentes-Dávila
Ivon Alejandra Rosas-Jauregui
Juan Manuel Cortes-Jiménez
Alma Angelica Ortiz-Avalos
José Eliseo Ortiz-Enríquez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223061>

CAPÍTULO 2..... 11

ARMAZENAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE *Sloanea obtusifolia* K. Schum

Taina Lyra da Silva
Khétrin Silva Maciel
Kamilla Antunes Alves
Carlos Eduardo Moraes
Luísa Oliveira Pereira
Maria Fernanda Dourado Martins
Rafael Henrique de Freitas Noronha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223062>

CAPÍTULO 3..... 19

GERMINAÇÃO DE SEMENTES, INDUÇÃO E ANÁLISE MORFO-HISTOLÓGICA DE CALOS DE *Myrciraria glomerata* (O. Berg) Amshoff

Silvia Correa Santos
Fernanda Pinto
Rodrigo Kelson Silva Rezende
Cláudia Roberta Damiani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223063>

CAPÍTULO 4..... 38

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO IRRIGADO SOB ESTRESSE HÍDRICO

João Henrique Zonta
Ziany Neiva Brandão
Josiane Isabela Silva Rodrigues
Heder Braun
Valdinei Sofiatti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223064>

CAPÍTULO 5..... 52

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE MAXIXE DO REINO

Mariana Costa Rampazzo
Fabrício Vieira Dutra

Rita de Cássia Santos Nunes
Gabriela Leite Silva
Adriana Dias Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223065>

CAPÍTULO 6..... 58

FITOTOXICIDADE DE RESÍDUOS VEGETAIS NO SOLO E SEU USO EM SEMENTES DE ARROZ

Luiz Augusto Salles das Neves
Kelen Haygert Lencina
Raquel Stefanello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223066>

CAPÍTULO 7..... 77

IMPACTOS DE PLANTAS DE COBERTURA NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

João Pedro Novais Queiroz Guimarães
Rayanne Soeiro da Silva
Gabriel Brom Vilela
Thaise Dantas
Tassila Aparecida do Nascimento de Araújo
Rafaella de Paula Pacheco Noronha
João Batista Medeiros Silva
Maria Ingrid de Souza
Carlos Augusto Reis Carmona Júnior
Jamilly Verônica Santos dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223067>

CAPÍTULO 8..... 88

ANÁLISE DE IMAGEM APLICADA AO MONITORAMENTO DA FERRUGEM DA SOJA

Aguinaldo Soares de Oliveira
Alexandra de Oliveira França Hayama

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223068>

CAPÍTULO 9..... 98

DIAGNÓSTICO SOBRE A OCORRÊNCIA DO TEMA CÂNCER NOS CURRÍCULOS DAS UNIVERSIDADES PARANAENSES E UMA PROPOSTA DE CURSO *ONLINE* PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Camila Machado Ferreira Siqueira
Elaine Maria dos Santos
Rosilene Rebeca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223069>

CAPÍTULO 10..... 105

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DETERMINAR AS PRESSÕES EM SILOS MULTICELULAR COM DESCARGA CONCENTRICA E EXCÊNTRICA

Hellen Pinto Ferreira Deckers
Francisco Carlos Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230610>

CAPÍTULO 11..... 125

RECUPERAÇÃO DE MATÉRIA SECA E MATÉRIA MINERAL DE SILAGEM DE CANA - DE - AÇÚCAR TRATADA COM INOCULANTE E DIFERENTES NÍVEIS DE ADITIVOS QUÍMICOS

João Ribeiro da Costa Neto
Adriely Pereira Amaral
Andreia Santos Cezário
Wallacy Barbacena Rosa dos Santos
Jeferson Corrêa Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230611>

CAPÍTULO 12..... 129

PROSPECÇÃO DE GENÓTIPOS DE AGAVE PARA OBTENÇÃO DE SUCO PARA BIOINSETICIDA

Tarcisio Marcos de Souza Gondim
Joabson Borges de Araújo
Ziany Neiva Brandão
Everaldo Paulo de Medeiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230612>

CAPÍTULO 13..... 138

PERDAS QUANTITATIVAS NO ARRANQUIO MECANIZADO DE AMENDOIM NO PONTAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

José Augusto Neto da Silva Lima
Rodrigo Silva Alves
Victor Augusto da Costa Escarela
Elivânia Maria Sousa Nascimento
Carlos Alessandro Chioderoli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230613>

CAPÍTULO 14..... 143

MULTISPECTRAL REFLECTANCE AND GEOSTATISTIC METHODS TO ESTIMATE LEAF NITROGEN CONTENT AND COTTON YIELD

Ziany Neiva Brandão
Célia Regina Grego
Lúcio André de Castro Jorge
Rodolfo Correa Manjolin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230614>

CAPÍTULO 15..... 155

ESCARIFICAÇÃO E OSMOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE *Passiflora alata* Curtis

Paula Aparecida Muniz de Lima
Simone de Oliveira Lopes
Rodrigo Sobreira Alexandre

Allan Rocha de Freitas
Gilma Rosa do Nascimento
Ingridh Medeiros Simões
Joana Silva Costa
Josiane Rodrigues de Almeida Coutinho
José Carlos Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230615>

CAPÍTULO 16..... 168

Colletotrichum tropicale ASSOCIADO À ANTRACNOSE DO MARACUJAZEIRO NO BRASIL

Jackeline Laurentino da Silva
Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa
Maria Jussara dos Santos da Silva
Taciana Ferreira dos Santos
Tiago Silva Lima
Gaus Silvestre Andrade Lima
Iraíldes Pereira Assunção

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230616>

CAPÍTULO 17..... 177

MODELAGEM HIDROLÓGICA E GESTÃO HÍDRICA O CASO - CÓRREGO BANDEIRA, NERÓPOLIS - GOIÁS

Mariane Rodrigues da Vitória
Klaus de Oliveira Abdala

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230617>

CAPÍTULO 18..... 192

ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER DE ÁCIDOS HÚMICOS EXTRAÍDOS DE SOLOS SOB DIFERENTES COMPOSIÇÕES VEGETAIS NO SUL DO BRASIL

Luisa Natalia Parra Sierra
Henrique Cesar Almeida
Denice de Oliveira Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230618>

CAPÍTULO 19..... 198

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM TERMOGRAFIA EM UMA AGROINDÚSTRIA

Enerdan Fernando Dal Ponte
Rosemar Cristiane Dal Ponte
Carlos Eduardo Camargo Nogueira
Jair Antônio Cruz Siqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230619>

CAPÍTULO 20..... 205

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA ESTIMATIVA DA CARGA TÉRMICA RADIANTE

NO INTERIOR DE GALPÕES

Pedro Hurtado de Mendoza Borges

Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza

Pedro Hurtado de Mendoza Morais

Charles Esteffan Cavalcante

Ronei Lopes dos Santos

Felipe Schmidt Ruver

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230620>

SOBRE AS ORGANIZADORAS 216

ÍNDICE REMISSIVO 217

Colletotrichum tropicale ASSOCIADO À ANTRACNOSE DO MARACUJAZEIRO NO BRASIL

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 07/05/2022

Jackeline Laurentino da Silva

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/
Universidade Federal de Alagoas
<https://orcid.org/0000-0002-9870-3673>

Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/
Universidade Federal de Alagoas
<https://orcid.org/0000-0003-0121-699X>

Maria Jussara dos Santos da Silva

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/
Universidade Federal de Alagoas
<https://orcid.org/0000-0001-9418-854X>

Taciana Ferreira dos Santos

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/
Universidade Federal de Alagoas
<https://orcid.org/0000-0002-6040-8353>

Tiago Silva Lima

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/
Universidade Federal de Alagoas
<https://orcid.org/0000-0003-0882-2677>

Gaus Silvestre Andrade Lima

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/
Universidade Federal de Alagoas
<https://orcid.org/0000-0003-2910-5896>

Iraíldes Pereira Assunção

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/
Universidade Federal de Alagoas
<https://orcid.org/0000-0001-5087-0168>

RESUMO: O Brasil é o principal produtor mundial de maracujá. No entanto, dentre as doenças que afetam a cultura do maracujazeiro a antracnose, causada por espécies do gênero *Colletotrichum*, acarreta grandes prejuízos socioeconômicos no nordeste brasileiro. Conhecendo a importância desse patógeno para cultura os objetivos deste estudo foram identificar espécies do gênero *Colletotrichum* que causam a doença antracnose em folhas de maracujazeiro, utilizando análises filogenéticas multi-locus associadas a características morfoculturais. Os isolados foram obtidos de folhas de maracujazeiro apresentado sintomas típicos da doença, coletados no município de Coruripe e identificados com base nas sequências dos genes *GAPDH*, *TUB2* e região ITS-rDNA. Para caracterização cultural foram realizadas avaliações da taxa de crescimento micelial e aspecto das colônias. Na caracterização morfológica foram mensurados o comprimento e a largura de 50 conídios e apressórios. A análise filogenética multi-locus associada a características morfoculturais, juntamente com o teste de patogenicidade foi possível comprovar que *C. tropicale* (Complexo *gloeosporiooides*) é responsável por causar antracnose em maracujazeiro no estado de Alagoas.

PALAVRAS-CHAVE: Filogenia multi-locus. Passifloraceae. Patogenicidade.

Colletotrichum tropicale ASSOCIATED TO ANTHRACNOSE IN PASSION FRUIT BRAZIL

ABSTRACT: Brazil is the world's leading producer of passion fruit. However, among the

diseases that affect the culture of passion fruit, the anthracnose, caused by species of the *Colletotrichum* genus, causes great socioeconomic losses in northeastern Brazil. Knowing the importance of this pathogen for culture, the objectives of this study were to identify species of the genus *Colletotrichum* that infect passion fruit leaves, using multi-locus phylogenetic analyzes associated with morphocultural characteristics. The isolates were obtained from leaves of passion fruit showing typical symptoms of the disease, collected in the municipality of Coruripe and identified based on the sequences of the genes GAPDH, TUB2 and ITS-rDNA region. For cultural characterization, evaluations of the mycelial growth rate and appearance of colonies were performed. In the morphological characterization, the length and width of 50 conidia and appressoria were measured. The multi-locus phylogenetic analyze associated with morphocultural characteristics, together with the pathogenicity test, it was possible to prove that *C. tropicale* (*Gloeosporioides* Complex) is responsible for causing anthracnose in passion fruit in the state of Alagoas.

KEYWORDS: Multi locus phylogeny. Passifloraceae. Pathogenicity.

1 | INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) é originário da América tropical com mais de 150 espécies nativas do Brasil (CROCHEMORE et al., 2002). A cultura está em franca expansão tanto para a produção de frutas para consumo “in natura” como para a produção de suco. Suas sementes, folhas e raízes são utilizadas pela indústria farmacêutica como antiespasmódicos, anti-helmínticos e sedativos. Suas flores são utilizadas pelo mercado da ornamentação (FALEIRO et al., 2005; HU et al., 2018).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá com uma produção total de 690.364 mil toneladas. Entretanto, ao observar o panorama da produção desde 1990 observamos uma queda significativa ao longo dos anos (IBGE, 2020). As perdas na produção devido a diferentes problemas fitossanitários podem ocorrer e causar danos significativos à cultura. Dentre esses problemas, a antracnose causada por espécies do gênero *Colletotrichum* é uma das principais doenças encontradas em todas as regiões produtoras, causando sérios prejuízos, principalmente em épocas de elevada temperatura associada à alta umidade (SÃO JOSÉ, 2015). Os sintomas de antracnose nas folhas apresentam-se na forma de manchas com aspecto aquoso, que evoluem em tamanho, adquirindo uma cor parda com bordos pardo-escuros. Com a coalescência de lesões, formam-se grandes áreas de tecidos necrosados, apresentando rachaduras e intensa queda de folhas (FISCHER e REZENDE, 2016).

Tozze Junior et al. (2010) e Damm et al. (2012) relataram as espécies *Colletotrichum gloeosporioides* e *C. boninense* associadas à antracnose de *Passiflora* spp. no Brasil, Colômbia, Flórida, Japão e Argentina, no entanto, estes trabalhos foram baseados em caracterização morfocultural e molecular, utilizando a região ITS-rDNA e RAPD (WOLCAN e LARRAN, 2000; AFANADOR-KAFURI et al., 2003; ALMEIDA e CÔELHO, 2007; TOZZE JÚNIOR et al., 2010; GIL et al., 2017). Contudo, estes critérios taxonômicos têm sido

considerados insuficientes para identificação confiável das espécies deste gênero (CAI et al., 2009; HYDE et al., 2009). Recentemente, a identificação do gênero *Colletotrichum* tem sido baseada na análise filogenética multi-locus combinada com caracteres fenotípicos reconhecidos, como morfologia, patogenicidade e características culturais (VIEIRA et al., 2017; VELOSO et al., 2018; COSTA et al., 2019; DAMM et al., 2019). A partir desta abordagem, novas espécies foram relatadas em *Passiflora* spp.: *C. brasiliense*, *C. colombiense*, *C. karstii*, *C. plurivorum*, *C. brevisporum* e *C. torulosum* (Damm et al., 2012; Damm et al., 2019).

Assim, os objetivos deste trabalho foram identificar espécies do gênero *Colletotrichum* através da caracterização molecular e morfocultural obtidas a partir de folhas de maracujazeiro.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia Molecular do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizado no km 85 da BR 101 Norte (9°27'54.71" S – 35°49'39.27" O), no município de Rio Largo, Alagoas, Brasil.

Folhas de maracujazeiro exibindo sintomas típicos de antracnose foram coletadas em um plantio comercial no município de Coruripe - AL. As folhas foram lavadas em água corrente e secas em papel filtro. Pequenos fragmentos foram obtidos da região de transição do tecido sadio/doente. Os fragmentos foliares foram desinfestados superficialmente com etanol 70% por 30 s, 1% de NaClO por 1 min, lavados em água destilada estéril por 30 s e secos em papel filtro esterilizado. Em seguida, estes foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) e mantidos a 25 °C até o crescimento. Após esporulação os isolados foram identificados morfologicamente como pertencentes ao gênero *Colletotrichum* (SUTTON, 1980).

Para obtenção das culturas puras, os isolados monospóricos foram obtidos a partir de diluição seriada de uma suspensão de esporos até 10^{-6} da concentração inicial. Uma alíquota de 20 μ L foi uniformemente distribuída em placas de Petri contendo meio AA (ágar água) usando uma alça de Drigalski. Após 24 horas, o esporo germinado de cada isolado foi transferido para novas placas de Petri contendo meio BDA. Os isolados monospóricos foram preservados pelo método de armazenamento por congelamento em tiras de papel-filtro (ALFENAS e MAFIA, 2007). Posteriormente, foram depositados na Coleção de Culturas de Fungos Fitopatogênicos da Universidade Federal de Alagoas (COUFAL).

Para a realização do teste de patogenicidade, folhas assintomáticas obtidas de maracujazeiro foram lavadas e secas em papel toalha. O inóculo consistiu de uma gota de 30 μ L da suspensão de esporos na concentração de 10^6 conídios/mL. Em seguida, o inóculo juntamente com uma gota de Tween 20% foi depositado sobre a superfície adaxial

das folhas feridas com auxílio de uma agulha estéril, com quatro repetições. A testemunha consistiu apenas de água destilada esterilizada (ADE). As folhas foram acondicionadas em gerbox com papel filtro esterilizado umedecido com ADE e incubadas em estufa Biochemistry Oxygen Demand (BOD) a 25 °C e fotoperíodo de 12 h. Aos sete dias após a inoculação foram realizadas observações dos sintomas das lesões nas folhas. O patógeno foi reisolado para comprovar a patogenicidade completando, assim, os postulados de Koch (KOCH, 1882).

O DNA genômico total dos isolados foi obtido a partir de culturas monospóricas cultivadas em meio L- asparagina (ZAUZA et al., 2007), durante cinco dias à temperatura ambiente, posteriormente utilizou-se o protocolo de Doyle e Doyle (1987). Isolados do estudo foram usados como molde para a amplificação por PCR da sequência parcial do gene gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (*GAPDH*), β -tubulina (*TUB2*) e região rDNA Internal transcribed spacer (ITS).

As reações de PCR foram realizadas com tampão 10X (3 μ L), MgCl₂ 50 mM (0.9 μ L), 10 mM DNTP's (2.4 μ L), 10 μ M de cada oligonucleotídeo (2 μ L), 1U Taq DNA polimerase (0.2 μ L) and DNA (1 μ L, 25ng/ μ L). O volume final da reação foi ajustado para 30 μ L com água deionizada (Milli-Q) esterilizada. Produtos de PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 1 %, corados em brometo de etídeo e examinados sob luz ultravioleta (UV). Amostras positivas para PCR foram enviadas para sequenciamento na empresa Macrogen Inc., Seoul, Coréia do Sul.

Sequências consenso foram montadas utilizando o software Staden Package. Estas foram inicialmente comparadas com o banco de dados de sequências do GenBank usando o algoritmo BLASTn para determinar as espécies com as quais compartilham maior identidade de sequência. Com base nos resultados da análise BLASTn, sequências de isolados tipo e outras referências de espécies de *Colletotrichum* disponíveis no GenBank para cada gene e região genômica, foram obtidas para a construção da árvore filogenética. Alinhamentos múltiplos de sequências foram preparados usando o algoritmo MUSCLE (EDGAR, 2004), implementado no software MEGA v.7 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) (TAMURA et al., 2011) para os conjuntos de dados. A análise de Inferência Bayesiana (BI) foi realizada com as sequências multi-locus (*GAPDH*, *TUB2* e ITS).

Na caracterização morfológica, o comprimento e largura de cinquenta conídios e apressórios, foram avaliados a partir da deposição de uma gota (40 μ L) de ADE juntamente com os conídios em lâmina de vidro estéril acondicionados em placa de Petri forrada com papel filtro umedecido com ADE, para manter o ambiente úmido e permitir a germinação dos conídios. Após 24 horas, as imagens dos conídios e apressórios foram capturados sob microscópio (Olympus CKX41SF, software de captura de imagem CellSens Standard – Olympus 2010).

A caracterização cultural foi obtida a partir do crescimento de um plug de micélio (5 mm) adicionado em meio BDA sintético e mantido em estufa incubadora BOD com

temperatura de 25 °C ± 1°C e fotoperíodo de 12 h. Foram usados 5 repetições por isolado. A velocidade de crescimento micelial foi estimada por meio da mensuração do diâmetro das colônias (mm) diariamente por sete dias. O aspecto e cor das colônias também foram registrados.

3 | RESULTADOS

Os isolados induziram pequenas manchas circulares pardacentas na superfície das folhas com ferimentos aos sete dias após a inoculação. Nenhum sintoma foi observado na testemunha. As características morfológicas para ambos os isolados (COUFAL0281 e COUFAL0282) eram brancas com reverso branco, com micélio denso, e taxa média de crescimento de 7,54 mm/dia, após 7 dias em meio BDA sintético a 25 °C. Os conídios e apressórios foram observados em abundância. Os conídios eram subcilíndricos com extremidades arredondadas, hialinos, paredes lisas e medidos 13,63-20,59 µm (\bar{X} = 17,54 µm; n= 50) de comprimento e 4,40-7,93 µm (\bar{X} = 5,88 µm; n= 50) de largura. Os apressórios eram melanizados, subglobosos, irregulares e mediam 7,44 - 18,57 µm (\bar{X} = 10,04 µm; n= 50) de comprimento e 5,49-10,16 µm (\bar{X} = 7,66 µm; n= 50) de largura (Figura 1).

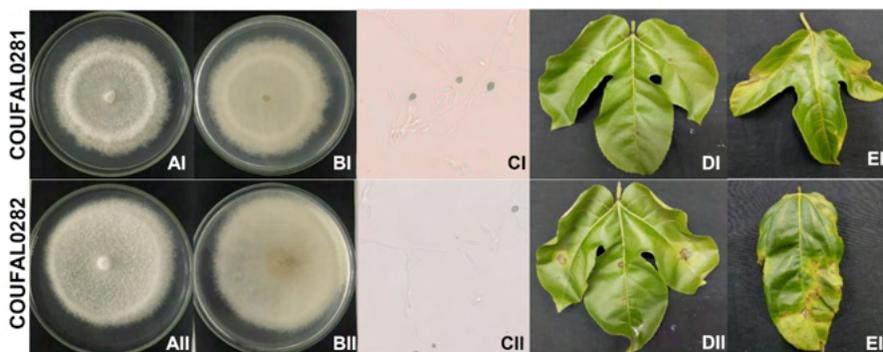


Figura 1: Características morfológicas e teste de patogenicidade dos isolados de *Colletotrichum tropicale*. **AI e AII, BI e BII** - Aspectos das colônias (verso e reverso, respectivamente); **CI e CII** - Conídios e apressórios de *Colletotrichum*; **DI e DII** - Teste de patogenicidade; **EI e EII** - Sintoma original.

As análises das sequências de gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (*GAPDH*), β-tubulina 2 (*TUB 2*) e espaçador transcrito interno (ITS) foram inicialmente comparados com o banco de dados de sequências do GenBank usando o algoritmo BLASTn mostrando que os isolados apresentaram 98 e 100% de identidade com a espécie *C. tropicale* (Figura 2).

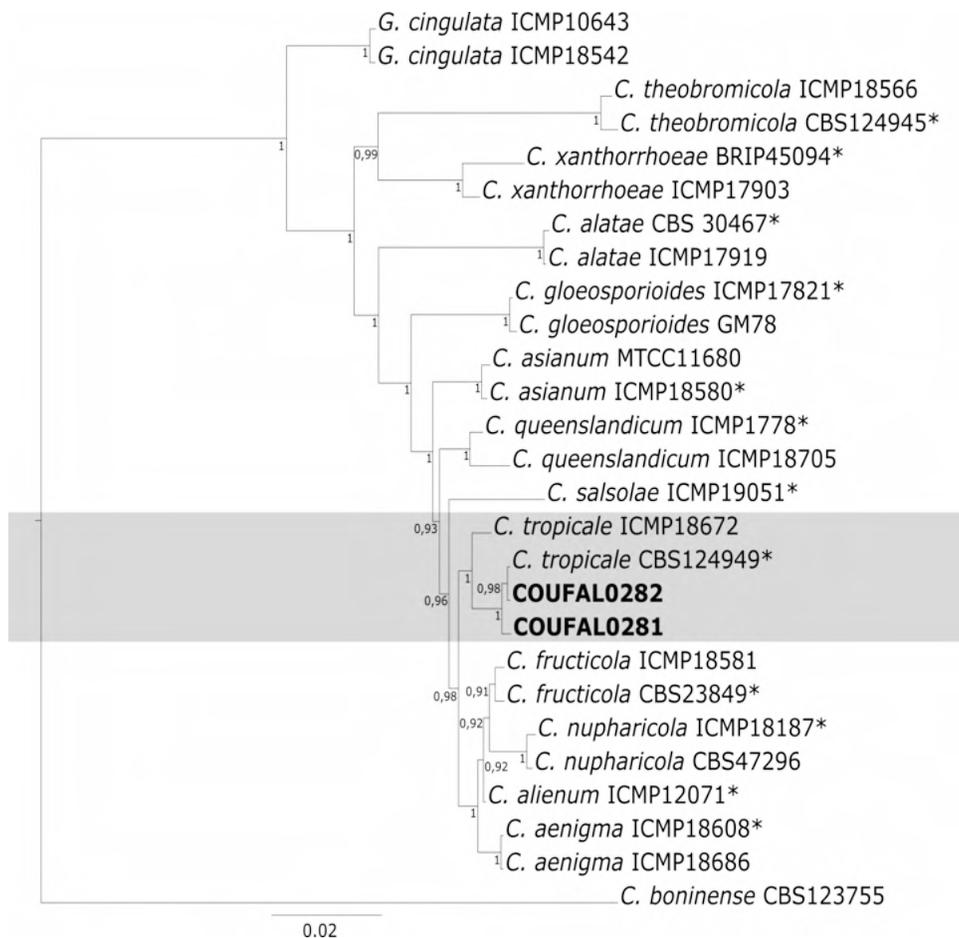


Figura 2: Árvore filogenética multi-locus inferida da análise Bayesiana usando GAPDH, TUB2 e região ITS para a espécie *Colletotrichum tropicale*. Os valores de probabilidade subsequentes > 0.02 são indicados acima dos nós. As culturas do ex-tipo estão marcadas com um asterisco. Os isolados usados neste estudo estão destacados em negrito. A árvore está enraizada com *Colletotrichum boninense*.

4 | DISCUSSÃO

Neste estudo, foram aplicadas análises morfoculturais, teste de patogenicidade e análises filogenéticas para identificação e relato da espécie *Colletotrichum tropicale* associada à doença antracnose em maracujazeiro. Apesar de a antracnose ser considerada uma doença de grande importância por atacar a parte aérea das plantas em qualquer época de desenvolvimento e causar sérios prejuízos (KIMATI et al., 2011; SÃO JOSÉ, 2015) sua etiologia permanece pouco estudada no Brasil (TOZZE JÚNIOR et al., 2010; DAMM et al., 2019). No estudo, a abordagem molecular usando os genes *GAPDH*, *TUB2* e região ITS-rDNA agrupou de maneira confiável os isolados COUFAL0281 e COUFAL 0282 de *Colletotrichum* obtidas de folhas de maracujazeiro.

A ocorrência desta espécie tem sido frequentemente relatada em várias outras culturas cultivadas no nordeste do Brasil (SILVA et al., 2017; VELOSO et al., 2018; VIEIRA et al., 2018; COSTA et al., 2019). Além disso, muitas dessas culturas são cultivadas nas proximidades dos pomares de maracujazeiro, favorecendo a movimentação de patógenos entre hospedeiros, provavelmente devido à influência antrópica, circulação de animais e insetos, além de respingos de chuva causados pelo vento. No entanto, este é o primeiro relato de *C. tropicale* em *Passiflora edulis* no mundo.

Os isolados identificados neste estudo induziram manchas circulares pardacentas consistentes com os sintomas típicos de antracnose encontrados em folhas de maracujazeiro descritos por Fischer; Rezende (2016). Além de apresentar características morfológicas semelhantes àquelas descritas em estudos anteriores para a espécie *C. tropicale* dentro do complexo *gloeosporioides* (WEIR; JOHNSTON; DAMM, 2012). As características culturais das espécies de *Colletotrichum* são bastante variáveis, sendo determinado por diversos fatores, como meio de cultura, fatores ambientais e condições de armazenamento (WEIR; JOHNSTON; DAMM, 2012).

Os resultados deste estudo podem contribuir para o desenvolvimento de técnicas adequadas de controle da antracnose na cultura do maracujazeiro cultivado no estado de Alagoas e em outras partes do mundo.

5 | CONCLUSÃO

A espécie *Colletotrichum tropicale* está associada à antracnose em folhas de *Passiflora edulis* no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pelo Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001. Este trabalho também teve apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL.

REFERÊNCIAS

AFANADOR-KAFURI, L. et al. Characterization of *Colletotrichum* isolates from tamarillo, passiflora, and mango in Colombia and identification of a unique species from the genus. **Phytopathology**, v. 93, p. 579-587, 2003.

ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**, Viçosa: Editora UFV, 2007, 382p.

ALMEIDA, L. C. C.; COELHO, R. S. B. Caracterização da agressividade de isolados de *Colletotrichum* de maracujá amarelo com marcadores bioquímico, fisiológico e molecular. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 318-328, 2007.

CAI, L. et al. A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. **Fungal Diversity**, v. 39, p.183–204, 2009.

COSTA, J. F. O. et al. Species diversity of *Colletotrichum* infecting *annona* in Brazil. **European Journal Plant Pathology**, v. 153, p. 69-180, 2019.

CROCHEMORE, M. L. et al. Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25(1), p.5-10, 2002.

DAMM, U. et al. The *Colletotrichum boninense* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, p.1-36, 2012.

DAMM, U. et al. The *Colletotrichum acutatum* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, p.37-113, 2012.

DAMM, U. The *Colletotrichum dracaenophilum*, *C. magnum* and *C. orchidearum* species complexes. **Studies in Mycology**, v. 92, p.1-46, 2019.

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

EDGAR, R.C. MUSCLE: A multiple sequence alignment method with reduced time and space complexity. **BMC Bioinformatics**, v.5, p.1-19, 2004.

FALEIRO, F. G. et al. **Maracujá germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 315-338, 2005.

FISCHER, I.H.; REZENDE, J.A.M. Doenças do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (ed) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. Agronômica Ceres, p. 535-538, 2016.

GIL, J. G. R.; TAMAYO, P. J.; MORALES, J. G. Identification and pathogenicity of microorganisms affecting purple passion fruit in Colombia. **Revista Ceres**, v. 64 (3), p. 250-257, 2017.

HU, Y. et al. Uma nova C-glicosil flavona e um novo glicosídeo neolignan da casca de *Passiflora edulis* Sims. **Nat. Prod. Res.**, v.32, p. 2312-2318.

HYDE, K. D. et al. *Colletotrichum*: a catalogue of confusion. **Fungal Diversity**, v. 39, p. 1-17, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Maracujá: Produção Agrícola Municipal. <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>. <Acessado: 19 de abril de 2022>

KIMATI, H. L. et al. **Manual de Fitoatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres. p.705, 1997.

SÃO JOSÉ, A. R. Controle fitossanitário do maracujá. *Revista campo & negócios*. 2015. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/controle-fitossanitario-do-maracuja>. Acesso em: Setembro de 2019.

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**, v. 42 (4), p. 315-319, 2017.

SUTTON, B.C. **The Coelomycetes**: Fungi imperfecti with pycnidia acervuli and stromata. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1980.696p.

TAMURA, K. et al. MEGA 5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. **Molecular Biology and Evolution**. v. 28 (10), p. 2731 – 2739, 2011.

TOZZE JÚNIOR, H. J. et al. First report of *Colletotrichum boninense* infecting yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) in Brazil. **Plant Disease**, v. 5, p. 70–72, 2010.

VELOSO, J. S. et al. Why species delimitation matters for fungal ecology: *Colletotrichum* diversity on wild and cultivated cashew in Brazil. **Fungal Biology**, v. 122, p. 677-691, 2018.

VIEIRA, W. A. S. et al. The impact of phenotypic and molecular data on the inference of *Colletotrichum* diversity associated with Musa. **Mycologia**, v. 109, p. 912-934, 2018.

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

WOLCAN, S.; LARRAN, S. First report of anthracnose caused by *Glomerella cingulata* ana: *Colletotrichum gloeosporioides*) on passion fruit in Argentina. **Plant Disease**, v. 84, p.706, 2000.

ZAUZA, E. A. V.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, G. R. Esterilização, preparo, de meios de cultura e fatores associados ao cultivo de fitopatógenos. In: ALFENAS, C. A. & MAFIA, R. G. (eds). **Métodos em fitopatologia**. Viçosa: UFV, p. 42, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ácido acético 58, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75
Ácido giberélico 19, 22, 23, 26, 32, 33, 35, 37, 156, 157, 160, 163, 166
Ácido propiônico 58, 66, 69, 70, 71
Ácidos húmicos 192, 193, 196
Ácidos orgânicos 53, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74
Agave sisalana 129, 134, 137
Agricultura de precisão 144
Amostragem padrão 38
Análise de imagens 88, 90
Análises geoestatísticas 144
Aproveitamento do resíduo 129, 130, 137

B

- Bacia hidrográfica 177, 179, 180, 183, 185, 186, 187, 189, 190, 191

C

- Cabeludinha 19, 20
Calidad 1, 2, 8
Câncer 98, 99, 100, 101, 102, 103
Cartas de controle 138, 140, 141
Colheita mecanizada 138, 139, 142, 144
Conservação do solo 78, 79, 143
Cyclanthera pedata L. 52, 53

D

- Déficit hídrico 38, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 71, 75
Descarga excêntrica 105, 106, 108, 124

E

- Elaeocarpaceae 12, 17, 18
Energia 17, 90, 125, 198, 199, 200, 201, 203, 204
Estruturas de armazenamento 105

F

- Filogenia multi-locus 168

Formação de professores 98
FTIR 192, 193, 194, 195, 196

G

GA₃ 19, 20, 23, 25, 26, 35, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164

H

Híbrido 11648 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136

I

Imagens térmicas 198

Índice de vegetação da diferença normalizada 144

InVEST 87, 177, 178, 179, 181, 183, 185, 188, 198

M

Maracujá doce 156, 157, 159

Marcadores 1, 3, 5, 7, 174, 201, 202, 203

Matéria orgânica do solo 83, 192, 193, 197

Método de amostragem aleatória 38, 48

Monitoramento 88, 89, 101, 177, 181, 188, 215

Motores elétricos 198, 199, 200, 204

O

Olerículas 52

P

Passifloraceae 36, 156, 165, 166, 168, 169

Patogenicidade 168, 170, 171, 172, 173

Prevenção 98, 99, 100, 101, 102, 103

Propriedades do solo 78, 79, 82

R

Recalcitrância 12, 15

Rizogênese 20, 28, 31

S

Sementes florestais 12

Soja 59, 65, 67, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 107, 110, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 139, 194, 196

Suco de sisal 129, 130, 132, 133, 135, 136

V

Variabilidade espacial de nutrientes 144

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

3

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

3