

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o
texto completo desta dissertação será
disponibilizado somente a partir de
31/07/2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

GABRIEL LEONARDI ANTONIO

**CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR, MORFO-CULTURAL,
FISIOLÓGICA E PATOGÊNICA DE ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp. DE
SERINGUEIRA E AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE DIFERENTES CLONES A ESSE
PATÓGENO**

Ilha Solteira

2020

GABRIEL LEONARDI ANTONIO

**CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR, MORFO-CULTURAL,
FISIOLÓGICA E PATOGÊNICA DE ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp. DE
SERINGUEIRA E AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE DIFERENTES CLONES A ESSE
PATÓGENO**

Dissertação, apresentada à
Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira - UNESP
como
parte dos requisitos para a obtenção
do título
de Mestre em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de
Produção

Prof. Dra. Ana Carolina Firmino
Orientadora

Ilha Solteira

2020

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A635c Antonio, Gabriel Leonardi.
Caracterização e identificação molecular, morfo-cultural, fisiológica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. de seringueira e avaliação de resistência de diferentes clones a esse patógeno / Gabriel Leonardi Antonio. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2020
71 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2020

Orientador: Ana Carolina Firmino
Inclui bibliografia

1. Antracnose. 2. Variabilidade. 3. Resistência genética.


Raiane da Silva Santos
Supervisora Técnica de Serviço

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DE *Colletotrichum* spp. DE SERINGUEIRA E AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE DIFERENTES CLONES A ESSE PATÓGENO

AUTOR: GABRIEL LEONARDI ANTONIO

ORIENTADORA: ANA CAROLINA FIRMINO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof.^a Dr.^a ANA CAROLINA FIRMINO

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. EVANDRO PEREIRA PRADO

Coordenadoria do Curso de Engenharia Agrônoma / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. DIEGO CUNHA ZIED

Departamento de Engenharia Agrônoma / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Ilha Solteira, 31 de janeiro de 2020

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Dr. Ana Carolina Firmino, pela paciência, ensinamentos e parceria durante esses anos.

Aos meus pais Carmen e Reinaldo e minha irmã Luisa, por sempre estarem ao meu lado nos momentos bons e ruins.

A toda minha família, por sempre serem um apoio nos momentos em que preciso.

A minha república pelos 7 anos de convivência e histórias, dos fundadores aos moradores atuais e todos que passaram por aqui enquanto estive em Dracena.

A todos os amigos que fiz em Dracena durante o período que estive aqui.

A todos os que fazem parte do laboratório de Fitopatologia, Marcela Bergamini, Marcela Eloi, Izabela, Gustavo, Yago, Maria Eduarda, Carol e a todos que contribuíram no decorrer do trabalho.

A todos os professores, servidores e funcionários de campo da UNESP Dracena por fazerem da instituição um lugar especial pelas amizades cultivadas durante o período.

A Erivaldo José Scaloppi Júnior pela ajuda durante as coletas no Centro de Seringueira de Votuporanga – SP.

A FAPESP pelo apoio financeiro destinado ao projeto (Processo 2017/23927-3)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Apenas quando somos instruídos pela verdade
é que podemos muda-lá”
Bertolt Brecht

RESUMO

A cultura da seringueira (*Hevea brasiliensis*) apresenta grande importância dentro do agronegócio brasileiro. Apesar de o país não figurar entre os maiores produtores de látex no planeta, a heveicultura possui características positivas no aspecto socioambiental como a geração de empregos, cultivo em pequenas e médias propriedades e mitigação da emissão de gases do efeito estufa. Atualmente o Estado de São Paulo é o maior produtor de borracha natural do país, sendo que a área ocupada pelos seringais apresenta crescimento nos últimos anos, porém alguns fatores limitantes como os problemas fitossanitários, como a antracnose, limitam uma expansão ainda maior da cultura. A antracnose é uma doença fúngica causada por diferentes espécies do gênero *Colletotrichum* que tem como principais sintomas manchas foliares e danos em pecíolos sendo que, em casos extremos, pode provocar queda de folhas, fato que leva a redução da produção de látex. Devido a alta variabilidade genética do patógeno e as dificuldades encontradas no controle da doença, este trabalho teve como objetivo caracterizar 17 isolados de *Colletotrichum* obtidos a partir lesões características de antracnose em folíolos de seringueira coletados em localidades distintas, e testar a resistência de diferentes clones de seringueira a doença. A caracterização dos isolados, realizada através de sequenciamento de parte do ITS, fatores morfo-culturais e patogênicos, indicou a presença de isolados causadores da doença pertencentes aos complexos *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*, sendo verificada diferença na agressividade entre isolados. O teste de resistência clonal indicou graus de susceptibilidade a doença distintos entre os materiais estudados, assim como variação na resistência de cada clones aos 3 diferentes isolados de *Colletotrichum* utilizados. Os resultados obtidos confirmam a importância da identificação correta dos isolados em áreas com presença da doença e/ou expansão da cultura, e da implementação do clone adequado em relação aos patógenos presentes na área, além de servir como base para estudos futuros para o desenvolvimento de materiais genéticos resistentes a doença.

Palavras-chave: Antracnose. Variabilidade. Resistência genética.

ABSTRACT

The culture of the rubber tree (*Hevea brasiliensis*) is of great importance within Brazilian agribusiness. Although the country is not among the largest producers of latex on the planet, rubber farming has positive characteristics in the socio-environmental aspect, such as job creation, cultivation in small and medium-sized properties and mitigation of greenhouse gas emissions. Currently, the State of São Paulo is the largest producer of natural rubber in the country, and the area occupied by rubber trees has grown in recent years, but some limiting factors such as phytosanitary problems, such as anthracnose, limit an even greater expansion of the crop. Anthracnose is a fungal disease caused by different species of the genus *Colletotrichum* whose main symptoms are leaf spots and damage to petioles and, in extreme cases, can cause leaf fall, a fact that leads to reduced latex production. Due to the high genetic variability of the pathogen and the difficulties encountered in controlling the disease, this study aimed to characterize 17 *Colletotrichum* isolates obtained from characteristic anthracnose lesions in rubber tree leaflets collected in different locations, and test the resistance of different rubber tree clones to disease. The characterization of the isolates, carried out by sequencing the ITS region, morpho-cultural and pathogenic factors, indicated the presence of disease-causing isolates belonging to the *C. acutatum* and *C. gloeosporioides* complexes, with a difference in aggressiveness among isolates. The clonal resistance test indicated different degrees of susceptibility to disease among the studied materials, as well as variation in the resistance of each clone to the 3 different *Colletotrichum* isolates used. The results obtained confirm the importance of the correct identification of the isolates in areas with the presence of the disease and / or expansion of the culture, and of the implementation of the appropriate clone in relation to the pathogens present in the area, in addition to serving as a basis for future studies for the development of genetic materials resistant to disease.

Keywords: Anthracnose. Variability. Control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Sintomas típicos de antracnose	26
Figura 2	- Inoculação dos isolados a partir de discos de micélio para realização do teste de patogenicidade	28
Figura 3	- (1) reto com ápice obtuso; (2) cilíndrico; (3) oblongo-cilindráceo; (4) reto com constrição; (5) oblongo; (6) reto, com ápice afilado. A barra representa a medida de 10 µm	30
Figura 4	- Diferença entre sintomas provocados por diferentes isolados: (1) CH 5, (2) CH 19, (3) CH 94, (4) CH 1, 6 dias após a inoculação	34
Figura 5	- Dendrograma obtido a partir dos resultados de sequenciamento das regiões ITS 1/4; modelo estatístico Jukes Cator	40
Figura 6	- Colônias dos isolados CH 1 (A e B) e CH 25 (C e D)	41
Figura 7	- Conídios dos isolados CH 1 (A), CH 138 (B) e CH 93 (C). A barra representa a medida de 10 µm	42
Figura 8	- Conídios dos isolados CH 1 (A), CH 138 (B) e CH 93 (C)	42
Figura 9	- Conídios dos isolados CH 63 (A), CH 23 (B) e CH 63 (C). A barra representa a medida de 10 µm	43
Figura 10	- Colônias dos isolados CH 5 (A e B) e CH 112 (C e D)	43
Figura 11	- Conídios dos isolados CH 5 (A) e CH 112 (B). A barra representa a medida de 10 µm	44
Figura 12	- Colônia do isolado CH 145 (A e B)	44
Figura 13	- Conídios dos isolados CH 145 (A) e CH 146 (B). A barra representa a medida de 10 µm	45
Figura 14	- Diferença de sintomas entre os clones (1) IAC 507, (2) IAC 511 e (3) PC 217, no terceiro dia de avaliação	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Descrição e procedência dos isolados utilizados no trabalho	32
Tabela 2	- Porcentagem de área lesionada de folíolos de seringueira inoculados com diferentes isolados de <i>Colletotrichum</i> spp	33
Tabela 3	- Coloração de colônias de isolados de <i>Colletotrichum</i> spp. 5 dias após a repicagem em meio BDA sob temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas	35
Tabela 4	- Velocidade de crescimento de isolados de <i>Colletotrichum</i> spp. em mm.dia ⁻¹ sob fotoperíodo de 12 horas e diferentes temperaturas	36
Tabela 5	- Comprimento (µm), amplitude de comprimento (µm), largura (µm), amplitude de largura (µm), relação comprimento/largura (µm) e formato de conídios de <i>Colletotrichum</i> spp	38
Tabela 6	- Porcentagem de área foliar lesionada 3 dias após a inoculação de <i>Colletotrichum</i> sp. em folíolos de seringueira	59
Tabela 7	- Porcentagem de área foliar lesionada 6 dias após a inoculação de <i>Colletotrichum</i> sp. em folíolos de seringueira.	60
Tabela 8	- Porcentagem de lesão causada pelos isolados CH 93, CH 102 e CH 130, 6 dias após a inoculação dos mesmos em folíolos de seringueira	63
Tabela 9	- Porcentagem de área foliar com sintomas de antracnose de folíolos de diferentes clones de seringueira coletados em jardim clonal no município de Votuporanga-SP	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	ANTRACNOSE	13
2.2	ANTRACNOSE	14
2.3	AGENTE CAUSAL	14
2.4	SINTOMATOLOGIA E EPIDEMIOLOGIA	15
2.5	CONTROLE	16
2.6	IDENTIFICAÇÃO DO GÊNERO DE <i>COLLETOTRICHUM</i>	16
	REFERÊNCIAS	18
2	CAPÍTULO I - CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR, MORFO-CULTURAL, FISIOLÓGICA E PATOGÊNICA DE ISOLADOS DE COLLETOTRICHUM SPP. DE SERINGUEIRA	22
2.1	INTRODUÇÃO	24
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	25
2.2.1	Obtenção e preservação de isolados	25
2.2.2	Teste de patogenicidade	27
2.2.3	Caracterização cultural e fisiológica	28
2.2.4	Caracterização morfológica	29
2.2.5	Extração de DNA	31
2.2.6	Caracterização filogenética	31
2.3	RESULTADOS	31
2.3.1	Denominação dos isolados	31
2.3.2	Teste de patogenicidade	32
2.3.3	Caracterização cultural dos isolados	35
2.3.4	Crescimento dos isolados em diferentes temperaturas	36
2.3.5	Caracterização morfológica	37
2.3.6	Caracterização genética	39
2.4	DISCUSSÃO	41

2.5	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS	50
3	CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO INICIAL DE RESISTÊNCIA DE CLONES DE	
	SERINGUEIRA A <i>COLLETOTRICHUM SP</i>	54
3.1	INTRODUÇÃO	56
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	57
3.2.1	Avaliação dos clones em laboratório	57
3.2.2	Avaliação dos clones em jardim clonal	58
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.3.1	Avaliação dos clones em laboratório	58
3.3.2	Avaliação dos clones em jardim clonal	64
3.4	CONCLUSÕES	67
	REFERÊNCIAS	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
	REFERÊNCIAS	71
	GLOSSÁRIO	78

1 INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) é uma espécie da família Euphorbiaceae que tem como centro de origem a floresta amazônica. Esta espécie é utilizada comercialmente para extração de látex, fonte de borracha natural (ALVARENGA; CARMO, 2008).

O Sudeste Asiático, com destaque para Malásia e Tailândia, concentra 92% da produção global de borracha natural (CORREIA *et al.*, 2018), enquanto o Brasil, centro de origem da cultura, atualmente é responsável por apenas 1,5% da produção mundial.

Segundo o IBGE, em 2016, havia 147 mil hectares de seringais em produção no Brasil, que somados representaram uma produção de 180 mil toneladas de borracha seca. Essa produção atende apenas 46% da demanda nacional, portanto 54% da borracha natural necessária para atender o mercado interno anualmente é provida de importações (SCALOPPI; FREITAS; GONÇALVES, 2017). O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional, sendo responsável por 60% da borracha natural produzida no país. A safra 2017/2018 representou um aumento de 11% da produção de coágulo e de 14,2% da área plantada do Estado em relação a safra 2016/2017 (OLIVEIRA; GONÇALVES, 2019).

Entre os fatores limitantes para maior expansão da cultura em território brasileiro estão os problemas fitossanitários, sendo um deles a antracnose. A antracnose é uma doença fúngica causada por diferentes espécies do gênero *Colletotrichum*, considerado um dos mais importantes gêneros de fitopatógenos do mundo devido a seu impacto econômico em diversas culturas agrícolas e sua distribuição cosmopolita, com a presença em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (SUTTON, 1992).

No Brasil, a antracnose já foi relatada em diversos Estados como São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Minas Gerais e Espírito Santo e no Norte do país, onde ocorre associada ao mal-das-folhas ou em plantas com estresse nutricional (FURTADO; TRINDADE, 2005).

O manejo da antracnose da seringueira apresenta algumas dificuldades como a alta variabilidade genética e plasticidade fenotípica do gênero *Colletotrichum*, que pode levar a identificação incorreta do agente causal (MENEZES, 2006), alternativas limitadas

ao controle químico, que além de representar riscos a trabalhadores e ao meio ambiente (BETTIOL *et al.*, 2014), no caso dessa doença apresenta limitações técnicas como a existência de apenas dois produtos registrados (AGROFIT) e problemas de resistência do patógeno devido a ausência de rotação de ingredientes ativos e variabilidade de genética do agente causal.

Devido a importância da identificação dos agentes causais da antracnose da seringueira e a necessidade de novas formas de manejo da doença, este trabalho teve como objetivo caracterizar diferentes isolados de *Colletotrichum* de seringueira e identificar fontes de resistência ao patógeno entre diferentes clones utilizados comercialmente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A antracnose da seringueira é uma doença causada por espécies do gênero *Colletotrichum* relatada em diversas regiões do país e um fator limitante ao desenvolvimento da cultura. Devido a alta variabilidade genética desse grupo de patógenos e as alternativas de controle restritas a apenas dois fungicidas registrados no AGROFIT, é fundamental que se identifique corretamente o agente causal e que sejam desenvolvidas novas ferramentas de manejo para a doença, pois diferentes isolados do patógeno podem apresentar sensibilidades distintas aos fungicidas e desenvolver resistência aos produtos.

Com base nessas perspectivas esse trabalho buscou identificar e caracterizar diferentes isolados de *Colletotrichum* spp. patogênicos a seringueira e testar diferentes clones da cultura quanto a sua resistência a doença, já que há poucos estudos sobre o controle genético da antracnose em seringueira.

Foram identificados dois complexos de *Colletotrichum* spp. como agentes causais da doença, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum*, sendo que não chegou-se a identificação a nível de espécies, pois houve variação da caracterização cultural e apenas a região ITS foi sequenciada, sendo que para se chegar a uma espécie específica é necessário trabalhar com mais regiões. Em relação a patogenicidade os isolados diferiram intra e inter complexos.

Quanto ao estudo com os clones, foi possível constatar que há diferença na resistência entre os mesmos em relação a antracnose da seringueira, que a agressividade dos isolados de *Colletotrichum* spp. varia de acordo com o clone e que os clones IAC 502 e IAC 507 apresentaram potencial de resistência a doença.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. A.; CARMO, C. A. F. **Seringueira**. Viçosa, MG: EPAMIG, 2008. 894 p.
- BATISTA, L. R. L. **Caracterização de *Colletotrichum* spp. agente causal da antracnose nas culturas do maraujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) e da romãzeira (*Punica granatum* L.) na região Nordeste do Brasil**. 2016. 74 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 2016
- BETTIOL, W.; MAFFIA, L. A.; CASTRO, M. L. M. P. Control biológico de enfermedades de plantas en Brasil. *In*: BETTIOL, W.; RIVERA, M. C.; MONDINO, P.; MONTEALEGRE, J. R.; COLMENAREZ, Y. C. (ed.). **Control biológico de enfermedades de plantas em América Latina y el Caribe**. Montevideo: Universidad de la República, 2014. p. 91-138.
- BRAGA, C. S. **Indicadores econômicos da produção de borracha natural no Brasil**. Brasília, DF: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/artigos/artigo-tecnico-indicadores-economicos-da-producao-de-borracha-natural-no-brasil>. Acesso em: 27 nov. 2019.
- BROWN, A.; SOEPENA, H. Pathogenicity of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* on leaves of *Hevea* spp. **Mycological Research**, London, v. 98, n. 3, p. 264-266, 1994.
- CANNON, P.F.; DAMM, U.; JOHNSTON, P.R.; WEIR, B.S. *Colletotrichum* – current status and future directions. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 73, p. 181-213, 2012.
- CAI, L.; HYDE, K.D.; TAYLOR, P.W.J.; WEIR, B.S.; WALLER, J. A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. **Fungal Diversity**, Chiang Mai, v. 39, p. 183-204, 2009.
- CAI, Z. Y.; LIU, Y. X.; SHI, Y. P.; MU, H. J. First Report of Leaf Anthracnose Caused by *Colletotrichum karstii* of Rubber Tree in China. **Plant Disease**, St. Paul, v. 100, n. 12, p. 2528, 2016.
- CARPENTER, J. B.; STEVENSON, J. A. A secondary leaf spot of the *Hevea* rubber tree caused by *Glomerella cingulata*. **The Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 38, n. 7, p. 494-499, 1954.
- CORRÊA, L. T. S. P. **Cartilha Simplificada de Gestão de Custos em Seringais**. Goiania: SEBRAE, 2018. 40 p. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/GO/Sebrae%20de%20A%20a%20Z/SERINGAIS.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

CROUCH, J. A.; CLARKE, B. B.; WHITE, J. F.; HILLMAN, B. I. Systematic analysis of the falcate-spored graminicolous *Colletotrichum* and a description of six new species of the fungus from warm season grasses. **Mycologia**, New York, v. 101, p. 717-732, 2009.

DAMM, U.; CANNON, P.F.; WOUTENBERG, J.H.C.; CROUS, P.W. The *Colletotrichum acutatum* species complex. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 73, p. 37-113, 2012a.

DAMM, U.; CANNON, P.F.; WOUTENBERG, J.H.C.; JOHNSTON, P.R.; WEIR, B.S.; TAN, Y.P.; SHIVAS, R.G.; CROUS, P.W. The *Colletotrichum boninense* species complex. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 73, p. 1-36, 2012b.

DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Basic plant pathology methods**. Boca Raton: CRC, 1985. 355 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FREEMAN, S.; KATAN, T.; SHABI, E. Characterization of *Colletotrichum* Species Responsible for Anthracnose Diseases of Various Fruits. **The American Phytopathological Society**, June, v. 82, n. 6, p. 596, 1998.

FREEMAN, S. *et al.* Molecular analyses of *Colletotrichum* species from almond and other fruits. **Phytopathology**, St. Paul, v. 90, n. 6, p. 608-614, 2000.

FURTADO, E. L.; TRINIDADE, D. R. Doenças da seringueira. In: KIMATI, H. *et al.* **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. v. 2. p. 559-569.

FURTADO, E. L. Ocorrência de epidemia do mal das folhas em regiões de “escape” do Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 82, p. 1-6, 2015.

GASPAROTTO, L.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, A.F.; PEREIRA, J. C. R.; FURTADO, E. L. Doenças das folhas. In: GASPAROTTO, L.; REZENDE PEREIRA, J.C. **Doenças da seringueira no Brasil**. 2. ed. rev. atual. Brasília: Editora Embrapa, 2012. Cap. 3. p. 35 – 176.

HILTON, R. N. **Maladies of hevea in malaya**. Kuala Lumpur: Rubber Research Institute of Malaya, 1959.

HOLIDAY, P. South American leaf disease (*Microcyclus ulei*) of *Hevea brasiliensis*. CABI. **Phytopathological papers**, Wallingford, v. 12, p. 1-31, 1970.

HYDE, K. D.; CAI, L.; CANNON, P. F.; CROUCH, J. A.; CROUS, P. W.; DAMM, U.; GOODWIN, P. H.; CHEN, H.; JOHNSTON, P. R.; JONES, E. B. G.; LIU, Z. Y.; MCKENZIE, E. H. C.; MORIWAKI, J.; NOIREUNG, P.; PENNYCOOK, S. R.; PFENNING,

L. H.; PRIHASTUTI, H.; SATO, T.; SHIVAS, R. G.; TAN, Y. P.; TAYLOR, P. W. J.; WEIR, B. S.; YANG, Y. L.; ZHANG, J. Z. *Colletotrichum*: names in current use. **Fungal Diversity**, Kunming, v. 39, p. 147-182, 2009.

HUNUPOLAGAMA, D. M. *et al.* Unveiling Members of *Colletotrichum acutatum* Species Complex Causing *Colletotrichum* Leaf Disease of *Hevea brasiliensis* in Sri Lanka. **Current Microbiology**, New York, v. 74, n. 6, p. 747–756, jun. 2017.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. **Clones**. Campinas: Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, 2013. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira/clones.php>. Acesso em: 1 nov. 2019.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **O cultivo da seringueira (Hevea spp.)**. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, 2004. Disponível em: http://www.iapar.br/zip_pdf/cultsering.pdf. Acesso em: 24 nov. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. *Site*. Brasília, DF, 2019. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php. Acesso em: 06 ago. 2019

JAYASINGHE, C. K.; FERNANDO, T. H. P. S.; PRIYANKA, U. M. S. *Colletotrichum acutatum* is the main cause of *Colletotrichum* leaf disease of rubber in Sri Lanka. **Mycopathologia**, Dordrecht, v. 137, p. 53-56, 1997.

JAYASINGHE, C.K.; FERNANDO, T. H. P. S. Growth at different temperatures and on fungicide amended media: Two characteristics to distinguish *Colletotrichum* species pathogenic to rubber. **Mycopathologia**, Dordrecht, v. 143, p.93-95, 1998.

JIANG, G. Z.; SHI, Z. W.; LIU, Y. X.; HU, C. Y. A. New *Colletotrichum* Isolated from *Hevea brasiliensis*. **Tropical Agricultural Science & Technology**, Changsha, v. 39, n. 4, p. 5–8, 2016.

KATAN, T. Vegetative compatibility in *Colletotrichum*. In: PRUSKY, D.; FREEMAN, S. E.; DICKMAN, M. B. **Colletotrichum**: host specificity, pathology and host-pathogen Interaction. Saint Paul: APS Press, 2000. p. 45-56.

LIU, X.; LI, B.; CAI, J.; *et al.* *Colletotrichum* Species Causing Anthracnose of Rubber Trees in China. **Scientific Reports**, London, v. 8, n. 1, p. 1–14, 2018.

MAIA, F. G. M.; ARMESTO, C.; ZANCAN, W. L. A.; *et al.* Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum* spp. isolados de mangueira com sintomas de antracnose. **Bioscience Journal**, Darmstadt, v. 27, n. 2, 2011.

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

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

OLIVEIRA, M. D. M.; GONÇALVES, E. C. P. Custo de Produção e Rentabilidade da Cultura da Seringueira: safra 2018/19. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, [s. l.], v. 14, n. 2, 2019.

PEREIRA, W.V. **Caracterização e identificação molecular de espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose da goiaba no Estado de São Paulo**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PETCH, T. **The diseases and pests of the rubber tree**. London: MacMillan, 1921. 278 p.

PETHYBRIDGE, S.J.; NELSON, C.S. Leaf Doctor: A New Portable Application for Quantifying Plant Disease Severity. **Plant Disease**, St. Paul, v. 99, n.10, out. 2015.

PIMENTA, A. A. **Caracterização morfométrica, patogênica e genética de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose em manga (*Mangifera indica* L.)**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

POLTRONIERI, T. P. de S.; AZEVEDO, L. A. S.; SILVA, D. E. M. Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, isolados de frutos de palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart). **Summa phytopathol.**, Botucatu, v. 39, n. 4, p. 281-285, 2013.

PRIHASTUTI, H.; CAI, L.; CHEN, H.; MCKENZIE, E. H. C.; HYDE, K. D. Characterization of *Colletotrichum* species associated with coffee berries in Chiang Mai, Thailand. **Fungal Diversity**, Chiang Mai, v. 39, p. 89-109, 2009.

SAHA, T. *et al.* Identification of *Colletotrichum acutatum* from rubber using random amplified polymorphic DNAs and ribosomal DNA polymorphisms. **Mycological Research**, London, v. 106, n. 2, p. 215–221, 2002.

SANTOS, T. R. **Diversidade de fungos no ambiente de seringais no sudeste da Bahia e resistência de genótipos de seringueira à antracnose foliar**. 2018. 131 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2018.

SARMIENTO, S. S. Identificação de espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose foliar da seringueira. 2013. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

SCALOPPI JUNIOR, E. J.; FREITAS, R. S.; GONÇALVES, P. S. O agrônomo. **Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 69, p. 56, 2017.

SIERRA, J. F. H. **Caracterização e controle de *Colletotrichum* spp. em seringueira (*Hevea brasiliensis*)**. 2010. 68 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SILVA, J. Q. Manejo geral da seringueira. **Revista Campo e Negócios - Florestas**, Uberlândia, v. 13, p. 13, 2014.

SILVEIRA, A.P.; CARDOSO, R.M.G. Ocorrência de *Colletotrichum gloeosporioides* em seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 13, n. 1-2, p. 19, 1987.

SILVEIRA, A. P.; FURTADO, E. L.; LOPES, M. E. B. M. Antracnose: nova doença do painel de sangria da seringueira. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 18, p. 196-200, 1992.

SMITH, B. J.; BLACK, L. L. Morphological, cultural and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 74, n. 1, p. 69-76, 1990.

SOMAIN, R.; DROULERS, M. A seringueira agora é paulista. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasilera de geografia**, São Paulo, n. 27, p. 1-30, 2016. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/10906>. Acesso em: 3 dez. 2019.

STERLING, A.; RODRÍGUEZ, C.; BETANCURT, B.; MAZORRA, A.; DUSSAN, I.; GALINDO, L.; HERNANDEZ, J.; PLAZA, C. P.F.; GAMBOA, A. C. D.; MARTÍNEZ, O. Evaluación del desempeño y comportamiento fitosanitario de genotipos élités de H. brasiliensis de origen franco en Campo Clonal a Pequeña Escala CCPE. In: STERLING, A.; RODRIGUEZ, C (ed). **Nuevos clones de caucho natural para la Amazonia colombiana: énfasis en la resistencia al mal suramericano de las hojas (*Microcyclus ulei*)**. Manaus: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. 2011. Cap. 4, p. 85-138.

SUTTON, B. C. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: BAILEY, J. A.; JEGGER, M. J. ***Colletotrichum*: biology, pathology and control** (ed). Wallingford: CABI, 1992.

TAO, G.; HYDE, K.D.; CAI, L. Species-specific real-time PCR detection of *Colletotrichum kahawae*. **Journal of Applied Microbiology**, Chichester, v. 114, p. 828-835, 2012.

THAMBUGALA, T. A. D. P.; DESHAPPRIYA, N. The role of *Colletotrichum* species on the *Colletotrichum* leaf disease of *Hevea brasiliensis* a preliminary study. **Journal of the National Science Foundation**, Sri Lanka, v. 37, p. 135-138, 2009.

THAN, P. P.; JEEWON, R.; HYDE, K. D.; PONGSUPASAMIT, S. Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. **Plant Pathology**, Chichester, v. 57, n. 3, p. 562–572, 2008.

TOZZE JÚNIOR, H. J. **Caracterização e identificação de espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose do pimentão (*Capsicum annuum*) no Brasil**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TOZZE JUNIOR, H. J.; MELLO, MARGARITA, B. A.; MASSOLA JUNIOR, N. S.. Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. **Summa phytopathol.**, Botucatu , v. 32, n. 1, p. 71-79, 2006 .

TOZZE JUNIOR, H. J.; FIRMINO, A. C.; FISCHER, I. H.; FURTADO, E. L.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Caracterização de isolados de *Colletotrichum* spp. associados às frutíferas no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 4, p. 270–280, 2015.

TUITE, J. **Plant pathological methods: fungi and bacteria**. Minneapolis: Burgess Publ., 1969. 239 p.

VIEIRA, M. R.; GOMES, E. C.; SILVA, H. A. DE S. DA. Redução na produção de látex da seringueira provocada pela infestação de ácaros. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 5, p. 608–613, 2010.

VINNERE, O. **Approaches to species delineation in anamorphic (mitosporic) fungi: a study on two extreme cases**. Comprehensive summaries of Uppsala dissertations from the Faculty of Science and Technology, Uppsala, v. 917, 2004. 72 p.

WASTIE, R. L. *Gloeosporium* leaf disease of rubber in West Malaysia. **Planter. Kuala Lumpur**, [s. l.], n. 43, p. 533-565, 1967.

WASTIE, R. L.; JANARDHANAN, P. S. Pathogenicity of *Colletotrichum gloeosporoides*, *C. dematium* and *C. crassipes* to leaves of *Hevea brasiliensis*. **Transactions of the British Mycological Society**, [s. l.], v. 54, p.150-152, 1970.

WASTIE, R. L. Secondary leaf fall of *Hevea brasiliensis*: factors affecting the production, germination and viability of spores of *Colletotrichum gloeosporioides*. **Annals of Applied Biology**, Chichester, v. 72, n. 3, p. 273–282, 1972.

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

ZAKARIA, M.; BAILEY, J.A.; AHMAD, M. F. Susceptibility of upper and lower leaf surfaces, and effect of *Hevea brasiliensis* (rubber) leaf to *Colletotrichum* isolates from forest tree. **Journal of Tropical Forest Science**, Selangor Darul Ehsan, v. 15, n. 3, p. 497-501, 2003.

GLOSSÁRIO

Acérvulo - pequeno corpo frutífero assexuado típico dos fungos da classe Melanconiales. A estrutura é formada no interior do tecido da planta hospedeira. Responsável pela liberação de conídios.

Análise filogenética - análise da relação evolutiva entre grupos de organismos, que é descoberto por meio de sequenciamento de dados moleculares e matrizes de dados morfológicos.

Conídios - Esporos assexuados formados por mitose que são importantes para a dispersão desses organismos.

Peritécio - Corpo de frutificação de alguns fungos do filo Ascomycota. Possui formato de garrafa e libera ascósporos (esporos sexuais) através de um ostíolo.

Dendrograma - tipo específico de diagrama ou representação que organiza determinados fatores e variáveis. Um exemplo é o cladograma, que mostra relações evolutivas entre diferentes clados biológicos (árvore filogenética)

Intraespecífico - que ocorre entre indivíduos pertencentes à mesma espécie

Interespecífico - que ocorre entre indivíduos de espécies diferentes

Micélio - corpo vegetativo da maioria das espécies de fungos, composto de hifas agrupadas ou emaranhadas.

Plasticidade fenotípica - capacidade dos organismos de alterar a sua fisiologia ou morfologia de acordo com as condições do ambiente. Também pode ser definida como “a habilidade de um genótipo de produzir mais de um fenótipo quando exposto a

diferentes ambientes”.

Patogenicidade - capacidade de um microrganismo causar doença em uma determinada espécie vegetal.

Resistência genética - capacidade de um determinado genótipo resistir a o ataque de um determinado patógeno

Resistência horizontal - resistência poligênica, não específica. Resiste ao surgimento de novas raças do patógeno

Severidade - % da área ou do volume de tecido da planta coberto por sintomas

Variabilidade genética - resultado da recombinação genética e/ou acúmulo de mutações em um indivíduo ou grupo, que ocorrem em decorrência dos processos naturais do próprio organismo ou por exposição a fatores externos, derivação genética ou novas combinações a partir da reprodução sexuada.