

ANÁLISE MORFOLOGICA DE *Colletotrichum* sp. ESTABELECIDOS DE LESÕES DE ANTRACNOSE EM CAFEIEIRO¹

Michele Regina Lopes da Silva²; Gabriela Machineski da Silva³; Maria Paula Nunes⁴; Luciana Meneguim⁵; Viviani Vieira Marques⁶; Isabella Maria Bertola⁷; Andrey Barbosa Cordeiro⁸; Rui Pereira Leite Júnior⁹

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

² Pesquisador, DSc., Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR, michele@iapar.br

³ Bolsista Consórcio Pesquisa Café, MS., gabymachine@yahoo.com.br

⁴ Bolsista Consórcio Pesquisa Café, DSc., nunesmpb@yahoo.com.br

⁵ Bolsista Fundação Araucária, DSc., lmeneguim@yahoo.com.br

⁶ Pesquisadora Fundecitrus, DSc., vivianimarques@yahoo.com.br

⁷ Bolsista Pibic, isa.bertola@hotmail.com

⁸ Bolsista Fundação Araucária, abccordeiro@hotmail.com

⁹ Pesquisador, PhD, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR, ruileite@iapar.br

RESUMO: O café (*Coffea arabica* L.) é o segundo produto natural de maior valor no mercado internacional, sendo o Brasil o principal produtor mundial. No entanto, a cultura tem apresentado uma queda na produção em função de ataque de doenças causado por fungos do gênero *Colletotrichum*. Os sintomas relacionados ao fungo são antracnose e mancha manteigosa na maioria das regiões produtoras do Brasil. Com a finalidade de constatar diferenças taxonômicas dentro do gênero *Colletotrichum* spp. capazes de infectar o cafeeiro, este trabalho teve como objetivo caracterizar morfológicamente isolados do fungo provenientes de tecidos lesionados de diferentes cultivares de café cultivados nas principais regiões produtoras do estado do Paraná. Foram avaliados 44 isolados de *Colletotrichum* spp. As características avaliadas foram a coloração e o aspecto da colônia; o índice de velocidade de crescimento micelial; a morfologia e a germinação de conídios e a formação de apressórios. Os isolados de *Colletotrichum* spp. apresentaram heterogeneidade em todas as características avaliadas. Na análise de agrupamento pela distância euclidiana houve a formação de cinco grupos partilhando no mínimo 50% de similaridade, contudo não foi possível detectar padrões quando foi relacionada a origem e as características dos isolados fúngicos estudados. Assim, baseado nas características morfológicas, os isolados fúngicos pertencem ao Complexo *Colletotrichum gloeosporioides* e não é possível diferenciar categorias taxonômicas dentro deste complexo baseado apenas na morfologia do fungo.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, Complexo *Colletotrichum gloeosporioides*, Análise de agrupamento, Morfologia.

MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF *Colletotrichum* spp. ISOLATED FROM INJURED TISSUES OF ANTHRACNOSE ON COFFEE

ABSTRACT: Coffee (*Coffea arabica* L.) is the second natural commodity in value in the international markets and Brazil is the main world producer. In Brazil, fungi of the genus *Colletotrichum* can infect coffee which cause anthracnose and blister spot diseases in most producing regions, leading a decline in production. In order to investigate taxonomic differences within the genus *Colletotrichum* spp. associated with coffee, this study aimed to characterize morphologically the fungus isolated from diseased tissues of different cultivars of coffee in the main producing regions of Paraná state. A total of 44 strains of *Colletotrichum* spp. were evaluated. The accessed characteristics were: color and appearance of the colony; mycelial growth; morphology and germination of conidia and appressoria formation. The *Colletotrichum* spp. strains were heterogeneous in all morphological characteristics. In cluster analysis using Euclidean distance, five groups were formed sharing 50% of similarity; however there was no pattern of behavior on morphology to cluster them. Therefore, based on morphological characteristics, the strains belong to *Colletotrichum gloeosporioides* specie complex and that is not possible to differentiate taxonomic categories within that complex based only on the morphology of the fungi.

KEYWORDS: *Coffea arabica*, *Colletotrichum gloeosporioides* complex, Cluster analyse, Morphology.

INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica* L.) é o segundo produto natural de maior valor no mercado internacional, atrás apenas do petróleo (DÉCHAMP et al, 2015). O Brasil é o principal produtor mundial, sendo responsável por um terço de todo o café produzido (DÉCHAMP et al, 2015). No Brasil, espécies de *Colletotrichum* tem sido associadas a doenças no cafeeiro, como a antracnose e a mancha manteigosa (CHEN et al., 2003; PRIHAUSTUTI et al., 2009; SILVA et al., 2012). Dependendo da severidade, estas doenças podem levar a planta à morte (FERREIRA et al., 2009). Atualmente, este fungo tem sido reportado em cafeeiro nos estados de Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rondônia e São Paulo,

levando a um declínio na produção (ARMESTO et al., 2012). Os fungos do gênero *Colletotrichum* são cosmopolitas e praticamente todas as plantas cultivadas no mundo são suscetíveis a uma ou mais de suas espécies (GAUTAM, 2014). Além da complexidade de sua relação com as plantas, que pode ser endofítico, epifítico, saprofítico ou fitopatogênico (HYDE et al., 2009), existem ainda muitas dúvidas com relação à sistemática de patógenos pertencentes a este gênero. Dependendo do critério de classificação utilizado, o número de espécies de *Colletotrichum* pode variar de 29 a mais de 700 (VON ARX, 1957; SUTTON, 1992). Uma das espécies mais confusas taxonomicamente é *Colletotrichum gloeosporioides* (DEAN et al., 2012). Aproximadamente 594 espécies de *Colletotrichum* foram reclassificadas por von Arx (1957) como sinônimos de *C. gloeosporioides*. Esta espécie se tornou um complexo fitopatogênico de grande importância mundial, visto que é capaz de infectar mais de 470 gêneros de hospedeiros amplamente distribuídos (ALKAN et al., 2015; HYDE et al., 2009). Este complexo é considerado o mais desafiador para ser elucidado, pois além de compreender a mais ampla quantidade de hospedeiros entre todas as espécies de *Colletotrichum*, ainda abrange indivíduos com numerosas variações morfológicas e patogênicas (SILVA et al., 2012). Essas variações são decorrentes dos critérios abrangentes estabelecidos para classificação desta espécie (VON ARX 1957), que resultou na identificação de táxons potencialmente distintos como pertencentes à mesma espécie. Estudos de identificação e delimitação de espécies deste gênero tem sido tradicionalmente realizados por características morfológicas, incluindo tamanho e forma dos conídios e apressórios, presença ou ausência de cerdas, escleródios, acérvulos e estado teleomórfico. Os aspectos da colônia em meio de cultura, tais como coloração da colônia, taxa de crescimento e textura também tem sido estudados (PHOTITA et al., 2005; THAN et al., 2008; HYDE et al., 2009). As técnicas tradicionais de caracterização morfológicas combinadas com ferramentas de biologia molecular são, atualmente, abordagens adequadas para estudar o complexo de espécies do gênero *Colletotrichum*. Assim, visando contribuir para um melhor entendimento deste complexo e realização de inferências sobre distinções de táxons, faz-se necessária a caracterização de grande número de isolados de *Colletotrichum* spp., inclusive dos provenientes de cafeeiro (PRIHASTUTI et al., 2009). Este estudo teve como objetivo caracterizar morfológicamente isolados de *Colletotrichum* spp. provenientes de tecidos lesionados de diferentes cultivares de cafeeiro cultivados nas principais regiões produtoras do estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Os 44 isolados monospóricos de *Colletotrichum* spp. utilizados neste estudo pertencem à Coleção de Fungos Fitopatogênicos do Laboratório de Bacteriologia do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), onde estão preservados em água destilada (CASTELLANI, 1967) a 4 °C. Esses isolados são provenientes de amostras de flores, frutos e ramos de cafeeiro com lesões de antracnose, coletadas nas regiões Norte, Norte Pioneiro, Noroeste e Oeste do estado do Paraná. Com a finalidade de comparação com os isolados deste estudo, foi utilizado o isolado de *C. gloeosporioides* I-12, obtido de folhas de cafeeiro com sintomas de mancha manteigosa no estado de Minas Gerais, cedido pela equipe do Dr. Mário Sobral da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A caracterização morfológica das colônias de *Colletotrichum* spp. foi realizada em placas de Petri contendo meio de cultura Peptona Glicose Agar, mantidas a 23 °C ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas. As características avaliadas foram: aspecto e coloração da colônia; índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM); morfologia e germinação de conídios e formação de apressório. O aspecto e a coloração da colônia foram avaliados após oito dias de crescimento do fungo a partir de um disco de micélio de 5 mm de diâmetro. O IVCM foi calculado a partir da média das medidas dos diâmetros ortogonais da colônia, realizadas diariamente durante oito dias com o auxílio de régua milimetrada. Para avaliação da morfologia e germinação dos conídios bem como a formação de apressório, suspensões de conídios (10^6 conídios · mL⁻¹) foram preparadas e depositadas em lâminas de vidro. A morfologia de conídios foi avaliada com auxílio de microscópio óptico e a determinação do comprimento e largura de 50 conídios foi realizada com o programa Motic Image 2000 (Motic, Hong Kong). A germinação dos conídios e a formação de apressório foram avaliadas utilizando microscópio óptico (40X). Após 4, 8, 24 e 48 horas de permanência das lâminas em câmara úmida a 23 °C ± 2 °C, a germinação foi paralisada pela adição de solução de lactofenol azul de algodão. Foram selecionados quatro campos uniformes para observação e contagem dos conídios. A partir das características morfológicas observadas foi realizada análise de agrupamento tendo a distância euclidiana como medida de proximidade utilizando o software Action 2.8 (Estatcamp, São Carlos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfológicas dos isolados foram semelhantes àquelas descritas para a espécie *C. gloeosporioides* (VON ARX, 1957; FREEMAN et al., 1998) e ao isolado controle I-12 (Tabela 1). Contudo, assim como descrito na literatura para o complexo desta espécie, os isolados obtidos apresentaram divergências morfológicas para as características avaliadas.

Tabela 1. Caracterização morfológica de *Colletotrichum* spp. isolados de amostras de lesões de antracnose em cafeeiro provenientes das principais regiões produtoras do estado do Paraná.

Origem do isolado				Colônia			Conídio			
ID	Órgão	Cultivar	Região	Coloração	Aspecto	IVCM (mm dia ⁻¹)	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Germinação (hora)	Apressório (hora)
I-12	*	*	*	Esverdeada	Cotonosa	4,5	13,5	3,6	8	0
2D	Ramo	IAPAR59	NP	Esverdeada	Cotonosa	2,4	11,5	5,3	24	24
8B	Ramo	IAPAR59	NP	Branca	Cotonosa	2,4	11,2	3,9	0	0
13A	Ramo	IAPAR59	NP	Branca	Cotonosa	3,6	14	4,3	0	0
16A	Ramo	Catuaí Vermelho	NP	Esverdeada	Cotonosa	3,3	14,9	5,2	24	24
17C	Ramo	Catuaí Vermelho	N	Esverdeada	Cotonosa	3,8	12,5	3,9	24	48
18C	Ramo	Catuaí Vermelho	NP	Esverdeada	Cotonosa	3,3	12,4	4,1	0	0
19C	Ramo	Mundo Novo	NE	Cinza	Cotonosa	2,2	17,9	7,2	8	8
21B	Ramo	Mundo Novo	NE	Esverdeada	Cotonosa	4,6	13,8	4,6	0	0
22B	Ramo	Tupi	NE	Esverdeada	Cotonosa	4,0	12,3	4	24	24
30A	Ramo	Sumatra	NE	Esverdeada	Cotonosa	2,0	12,9	5	8	0
35C	Ramo	IAPAR59	NE	Branca	Cotonosa	3,4	12,6	4,3	0	0
38A	Ramo	Catuaí Vermelho	NE	Branca	Cotonosa	3,5	12,2	4	24	48
40C	Ramo	Catuaí Vermelho	NE	Esverdeada	Superficial	4,6	14,7	5,2	4	4
51B	Ramo	Sachimor	NE	Esverdeada	Cotonosa	4,5	11,5	3,6	0	0
53B	Ramo	Catuaí Vermelho	NE	Esverdeada	Superficial	2,6	11,8	4	4	4
60A	Ramo	Catuaí Vermelho	N	Esverdeada	Cotonosa	4,5	12,5	3,6	0	0
61D	Flor	Catuaí Vermelho	N	Esverdeada	Cotonosa	4,2	13,6	5,1	8	8
65B	Ramo	Catuaí Vermelho	N	Esverdeada	Cotonosa	3,7	11,7	4,3	24	24
72C	Ramo	IAPAR59	N	Esverdeada	Superficial	3,9	12,4	4,1	8	8
74B	Ramo	Mundo Novo	N	Esverdeada	Cotonosa	4,2	13,2	5	48	0
74C	Ramo	Mundo Novo	N	Branca	Cotonosa	2,5	12,2	4,5	0	0
81B	Flor	Catuaí Vermelho	N	Laranja	Cotonosa	4,7	15,2	3,7	24	24
97A	Fruto	IAPAR59	NE	Branca	Cotonosa	4,7	13,7	4,2	8	8
100A	Flor	Acaíá	NE	Esverdeada	Cotonosa	4,2	13,3	4,2	4	4
100B	Ramo	Acaíá	NE	Branca	Cotonosa	4,0	11,9	3,5	24	24
121B	Ramo	Catuaí Amarelo	N	Esverdeada	Cotonosa	4,1	13,3	4,4	4	4
121F	Fruto	Catuaí Amarelo	N	Esverdeada	Cotonosa	2,3	12,1	5	4	4
122F	Fruto	Catuaí Amarelo	N	Cinza	Cotonosa	4,4	14,1	5,3	4	4
125A	Ramo	Sumatra	N	Esverdeada	Cotonosa	4,2	15,1	5,4	48	0
128B	Flor	Obatã	NE	Esverdeada	Cotonosa	2,7	12,6	3,3	0	0
129A	Flor	Tupi	NE	Esverdeada	Cotonosa	4,3	12	4,2	4	4
136B	Ramo	IAPAR59	O	Esverdeada	Cotonosa	4,1	13,1	4,1	8	48
139C	Ramo	Tupi	O	Branca	Cotonosa	4,2	11,4	3,9	8	8
141A	Ramo	Tupi	O	Esverdeada	Cotonosa	4,0	12	4,1	24	24
142A	Ramo	Jacutinga	NE	Branca	Cotonosa	4,1	11,4	4,5	4	8
146C	Ramo	Icatu	NE	Branca	Cotonosa	4,2	13,6	4,1	24	24
150A	Ramo	IAPAR59	N	Branca	Cotonosa	2,4	10,7	3,3	24	0
162C	Ramo	Novo Mundo	N	Cinza	Cotonosa	4,2	14,3	4,3	4	24
176A	Ramo	IAPAR59	N	Esverdeada	Cotonosa	2,3	11	3,7	0	0
185C	Ramo	Catuaí Amarelo	NP	Branca	Superficial	3,6	15	5,6	8	48
186B	Ramo	Catuaí Amarelo	NP	Esverdeada	Cotonosa	2,1	12,7	3,9	8	8
202C	Ramo	Obatã	NP	Esverdeada	Superficial	4,0	14,2	5,2	48	0
205C	Ramo	Catuaí Amarelo	NP	Esverdeada	Superficial	4,1	14	5,5	4	4
213A	Ramo	Catuaí Vermelho	NP	Esverdeada	Cotonosa	3,9	15	4,6	8	8

NP= Norte Pioneiro; NE=Nordeste; N=Norte e O=Oeste do Paraná.

O aspecto das colônias variou de cotonoso (86% dos isolados, e o isolado controle I-12) a superficial (14% dos isolados). Quanto à coloração das colônias, 27% dos isolados apresentaram coloração branca, 64% esverdeada (incluindo o isolado controle I-12), 7 % dos isolados com coloração cinza e apenas o isolado 81B apresentou colônia alaranjada. O IVCM das colônias fúngicas variou entre de 2,14 a 4,73 mm dia⁻¹, enquanto o crescimento do isolado controle I-12 foi de 4,53 mm dia⁻¹. Esta é uma característica importante, pois a diferença na taxa de crescimento dos isolados é considerada um critério confiável para delimitação entre as espécies *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* (TALHINHAS et al., 2005). Os conídios dos 44 isolados obtidos se assemelharam ao formato obclaveado descrito para a espécie de *C. gloeosporioides* (SUTTON, 1992), porém apresentaram variações no comprimento, de 10,7 a 17,9 µm e largura, de 3,3 a 7,2 µm, enquanto o isolado controle I-12 apresentou dimensões de 13,5 µm e 3,6 µm. A morfologia de

conídios foi sempre uma característica mais enfatizada que outros atributos em estudos taxonômicos do gênero *Colletotrichum* (ZAKARIA; BAILEY, 2000), uma vez que pesquisadores como Tiffany e Gilman (1954), Simmonds (1965), Mordue (1971) e Sutton (1992) utilizavam a forma e tamanho dos conídios como os principais critérios para distinguir espécies. Na análise de germinação de conídios foi verificado que 78% dos isolados apresentaram conídios viáveis com boa germinação. Porém, houve variação quanto ao tempo para o início da germinação dos conídios e formação do apressório (Figura 1). Cordeiro et al. (2009) verificaram que de 50 isolados do mesmo fungo, 24% iniciaram o processo de germinação 4 horas após a incubação, mas 88% germinaram somente após 48 horas de incubação. Neste mesmo estudo, a formação de apressórios também foi mais tardia, uma vez que 70% dos isolados ocorreu após 48 horas de incubação.

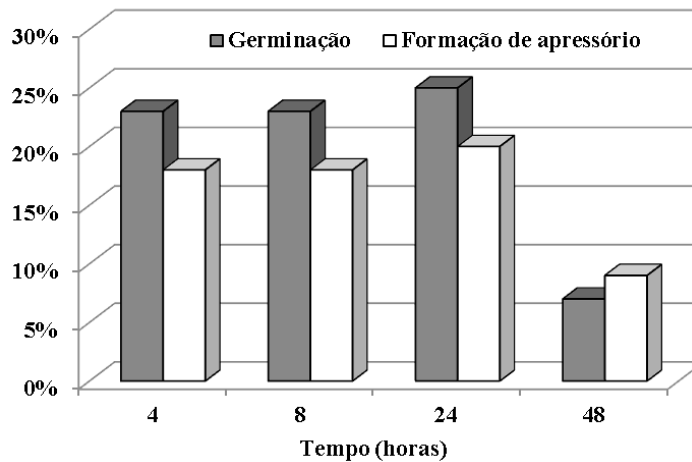


Figura 1. Percentual de germinação e formação de apressórios em *Colletotrichum sp* isolados de amostras de cafeeiros provenientes das principais regiões produtoras do estado do Paraná.

Na análise de agrupamento pela distância euclidiana, com a finalidade de verificar similaridade nas características morfológicas dos isolados capazes de infectar o cafeeiro, houve a formação de cinco grupos partilhando no mínimo 50% de similaridade (Figura 2). O grupo "E" apresentou o maior número de isolado e o isolado I-12 (Figura 2). Além de apresentar heterogeneidade nas características avaliadas, não houve separação dos isolados por aspecto taxonômico devido à região produtora de café do Paraná, a cultivar de cafeeiro ou ao órgão da planta de onde foram obtidos os fungos estudados. A grande variação morfológica de *Colletotrichum spp.* encontrada nesse estudo já foi relatada também para isolados de espécies florestais (ZAKARIA; BAILEY, 2000), de cacau na Malásia (YEE; SARIAH, 1993) e também em espécies herbáceas na Tailândia (PHOTITA et al., 2005). Ainda, Nugyen e colaboradores (2009) encontraram também uma grande diversidade morfológica e cultural em *C. gloeosporioides* isolados de cafeeiro no Vietnã. Em consequência de tais divergências taxonômicas, fica explícita a necessidade de pesquisas para elucidar aspectos taxonômicos, biológicos e patogênicos de isolados de *Colletotrichum spp.* capazes de infectar o cafeeiro. De tal modo, este estudo demonstra a necessidade de investigação e elucidação para o complexo da espécie *C. gloeosporioides* e a necessidade de uma melhor compreensão da estrutura e diversidade taxonômica dos isolados capazes de infectar o cafeeiro.

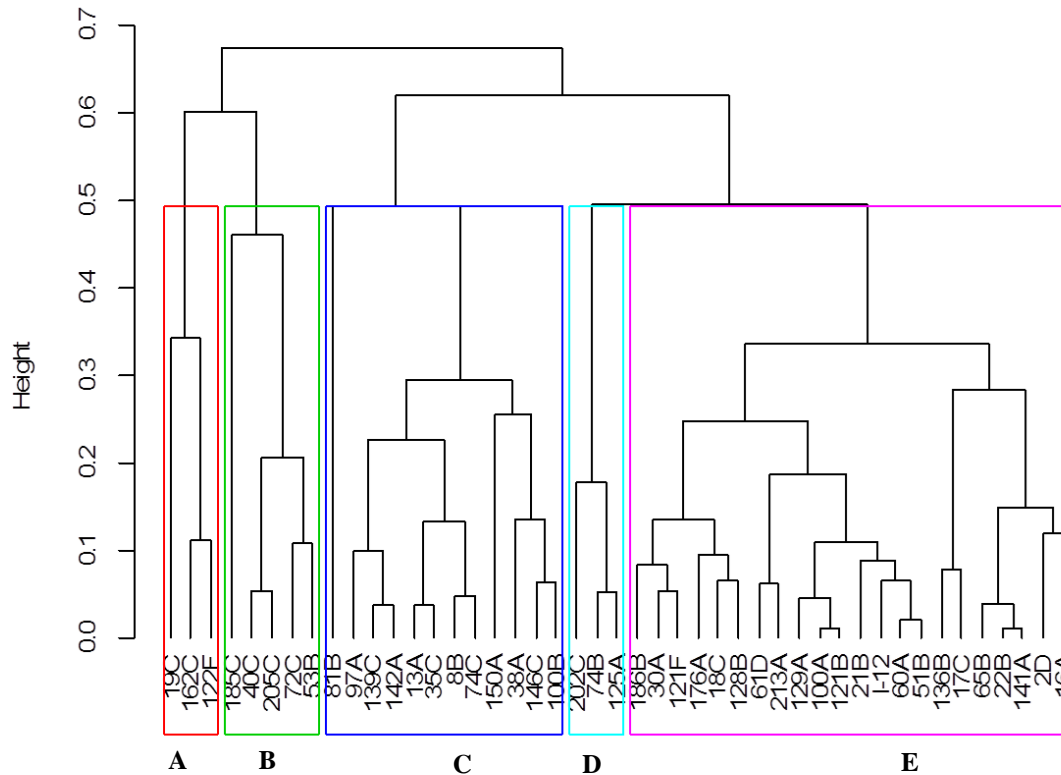


Figura 2. Agrupamento de isolados de *Colletotrichum* spp. provenientes de cafeeiros paranaenses com base em suas características morfológicas e utilizando a distância euclidiana.

CONCLUSÕES

Com base nas características morfológicas, os isolados do fungo obtidos de órgãos lesionados de diferentes cultivares de cafeeiro produzidos no estado do Paraná pertencem ao complexo *Colletotrichum gloeosporioides* e apenas com tais características não é possível diferenciar categorias taxonômicas dentro deste complexo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKAN, N.; FRIEDLANDER, G.; MENT, D.; PRUSKY, D.; FLUHR, R. Simultaneous transcriptome analysis of *Colletotrichum gloeosporioides* and tomato fruit pathosystem reveals novel fungal pathogenicity and fruit defense strategies. *New Phytologist*, v. 205, p. 801-815, 2015.
- ARMESTO, C.; MAIA, F.G.M.; ABREU, M.S.; FIGUEIRA, A.R.; SILVA, B.M.; MONTEIRO, F.P. Genetic transformation with the *gfp* gene of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from coffee with blister spot. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 43, n. 3, p. 1222-1229, 2012.
- CASTELLANI, A. Maintenance and cultivation of common pathogenic fungi of man in sterile distilled water. *Further Researches - The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 70, p. 181-184, 1967.
- CHEN, Z.J.; RIBEIRO, A.; SILVA, M.C.; SANTOS, P.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; GOUVEIA, M.; FERNANDEZ, D.; RODRIGUES JR., C.J. Heat shock-induced susceptibility of green coffee leaves and berries to *Colletotrichum gloeosporioides* and its association to *PR* and *hsp70* gene expression. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v. 68, p. 181-190, 2003.
- CORDEIRO, A.B.; GONÇALVES, J.S.; SILVA, M.R.L.; MARÇAL, V.V.M.; LEITE JÚNIOR, R.P. Caracterização morfológica e cultural de isolados de *Colletotrichum* spp. obtidos de cafeeiros no estado do Paraná. *Anais do VI Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil, VI Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil, Vitória*, p. 1-6, 2009.
- DEAN, R.; VAN KAN, J.A. L.; PRETORIUS, Z.A.; HAMMOND-KOSACK, K.E.; DI PIETRO, A.; SPANU, P.D.; RUDD, J.J.; DICKMAN, M.; KAHMANN, R.; ELLIS, J.; FOSTER, G. D. The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, v. 13, p. 414-430, 2012.
- DÉCHAMP, E.; BREITLER, J.C.; LEROY, T.; ETIENNE, H. Coffee (*Coffea arabica* L.). In: WANG, K. (editor). *Agrobacterium Protocols*, v. 2, Springer, Nova Iorque, p. 275, 2015.
- FERREIRA, J.B.; ABREU, M.S.; ALVES, E.; PEREIRA, I. Aspectos morfológicos da colonização de *Colletotrichum gloeosporioides* em órgãos de plantas de cafeeiro e com sintomas da mancha manteigosa. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 33, n. 4, p. 956-964, 2009.

- FREEMAN, S.; KATAN, T.; SHABI, E. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruit. *Plant Disease*, v. 83, n. 6, p. 596-605, 1998.
- GAUTAM, A.K. The genera *Colletotrichum*: an incitant of numerous new plant diseases in India. *Journal on New Biological Reports*, v. 3, n.1, p. 9-21, 2014.
- HYDE, K.D.; CAI, L.; MCKENZIE, E.H.C.; YANG, Y.L.; ZHANG, J.Z.; PRIHASTUTI, H. *Colletotrichum*: a catalogue of confusion. *Fungal Diversity*, online advance, v. 39, p. 1-17, 2009.
- MORDUE, J.E.M. *Glomerella cingulata*. In: CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No 315, Commonwealth Mycological Institute, 1971.
- NUGYEN, T.H.P.; SÄLL, T.; BRYNGELSSON, T.; LIGEROTH, E. Variation among *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from infected coffee berries at different locations in Vietnam. *Plant Pathology*, v.58, n.5, p.898-909, 2009.
- PHOTITA, W.; TAYLOR, P.W.J.; FORD, R.; LUMYONG, P.; MCKENZIE, H.C.; HYDE, K.D. Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from herbaceous plants in Thailand. *Fungal Diversity*, v. 18, p. 117-133, 2005.
- PRIHASTUTI, H.; CAI, L.; CHEN, H.; MCKENZIE, E.H.C.; HYDE, K.D. Characterization of *Colletotrichum* species associated with coffee berries in northern Thailand. *Fungal Diversity*, v.39, p. 89-109, 2009.
- SILVA, D.N.; VÁRZEA, P.T.V.; CAI, L.; PAULO, O.S.; BATISTA, D. Application of the *Apn2/MAT* locus to improve the systematics of the *Colletotrichum gloeosporioides* complex: an example from coffee (*Coffea* spp.) hosts. *Mycologia*, v. 104, n. 2, p. 396-409, 2012.
- SIMMONDS, J. H. A study of the species of *Colletotrichum* causing ripe fruit rots in Queensland. *Queensland Journal of Agricultural Science*, v.22, p.437-459, 1965.
- SUTTON, B.C. The Genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: BAILEY, J.A.; JEGER, M.J.(editores). *Colletotrichum*: biology, pathology and control. Oxon: CAB International, p. 1-26, 1992.
- TALHINHAS, P.; SREENIVASAPRASAD, S.; NEVES-MARTINS, J.; OLIVEIRA, H. Molecular and phenotypic analyses reveal the association of diverse *Colletotrichum acutatum* groups and a low level of *Colletotrichum gloeosporioides* with olive anthracnose. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 71, p. 2987–2998, 2005.
- THAN, P.P.; SHIVAS, R.G.; JEEWON, R.; PONGSUPASAMIT, S.; MARNEY, T.S.; TAYLOR, P.W.J.; HYDE, K.D. Epitypification and phylogeny of *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. *Fungal Diversity*, v. 28, p. 97-108, 2008.
- TIFFANY, L. H.; GILMAN, J. C. Species of *Colletotrichum* from legumes. *Mycologia*, v.46, p.52-75, 1954.
- VON ARX, J.A. Die Arten der Gattung *Colletotrichum*. *Phytopathol*, v. 29, p. 413–468, 1957.
- YEE, M.F.; SARIAH, M. Comparative morphology and characterization of *Colletotrichum* isolates occurring on cocoa in Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, v.61, n.1, p.45-51, 1993.
- ZAKARIA, M.; BAILEY, J.A. Morphology and cultural variation among *Colletotrichum* isolates obtained from tropical forest nurseries. *Journal of Tropical Forest Science*, v.12, n.1, p.1-20, 2000.