

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Etiologia da pinta rosa da goiaba**

**Evelyn Yumi Naste Shirado**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências. Área de concentração:  
Fitopatologia

**Piracicaba  
2019**

**Evelyn Yumi Naste Shirado**  
**Engenheira Agrônoma**

**Etiologia da pinta rosa da goiaba**

Orientador:  
Prof. Dr. **MARCEL BELLATO SPÓSITO**

Dissertação apresentada para obtenção do título  
de Mestra em Ciências. Área de concentração:  
Fitopatologia

**Piracicaba**  
**2019**

## RESUMO

### Etiologia da pinta rosa da goiaba

Produtores dos estados de São Paulo e Paraná relataram a ocorrência de uma nova doença na goiaba. Os sintomas foram pequenas lesões arredondadas de coloração rosa na superfície das goiabas. Devido a esses sintomas o nome pinta rosa foi adotado para se referir a doença relatada. Existem poucos trabalhos publicados na literatura descrevendo sintomas semelhantes aos da pinta rosa. O objetivo desse trabalho foi identificar e descrever o agente causal da pinta rosa da goiaba. Para a realização dos experimentos, 19 isolados monospóricos foram obtidos de goiabas sintomáticas provenientes de regiões produtoras. O teste de patogenicidade foi realizado pela inoculação em goiabas sadias de suspensão de conídios do patógeno isolado de goiabas com pinta rosa. A caracterização morfológica foi realizada pela mensuração de 50 conídios por isolado. A caracterização cultural foi realizada pelo índice de velocidade do crescimento micelial e descrição da coloração da colônia. As análises filogenéticas foram realizadas para os genes ITS, TEF e ACT de forma isolada e concatenada. Construiu-se uma rede de haplótipos para avaliar a diversidade genética intraespecífica dos isolados. O processo de infecção e colonização do patógeno foi avaliado pela observação dos tecidos da goiaba em microscopia eletrônica de varredura e histopatologia. A quantificação da cercosporina para cada isolado foi obtida pela extração da toxina em uma solução de KOH. Os isolados inoculados foram patogênicos a goiaba. Os conídios dos diferentes isolados mostraram-se homogêneos, sendo caracterizados como filiformes, multisseptados, hialinos e com as bases truncadas. A coloração predominante das colônias foi cinza e alguns de cor branca, sendo a maioria com bordas pigmentadas de rosa. Não foi observado a presença de esporos nas colônias avaliadas. As características das colônias assim como dos conídios remetem a fungos cercosporioides. Houve diferença significativa entre os 19 isolados quanto a velocidade do crescimento micelial. A análise filogenética das sequências dos genes concatenados comprovou que os isolados pertencem ao gênero *Cercospora* e que esses foram agrupados em quatro haplótipos. Os conídios emitiram em entre 3 e 5 tubos germinativos e a penetração ocorreu através de estômatos. Os testes histoquímicos da região lesionada da goiaba revelaram que houve acúmulo de fenol nos tecidos parenquimáticos e presença de componentes lipídicos na cavidade lisígena. As imagens obtidas sob luz fluorescente, evidenciaram a presença de hifas nos tecidos parenquimáticos abaixo da epiderme e próximas aos estômatos. Para a maioria dos isolados houve produção da toxina cercosporina. Esse é o primeiro relato da pinta rosa em goiabas no Brasil.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, *Cercospora* spp., Filogenia, Cercosporina, Histopatologia

## ABSTRACT

### Aetiology of pink spot on guava

Growers from the states of São Paulo and Paraná reported the occurrence of a new disease in guava. The symptoms were small round pink lesions on the surface of guava fruits. Therefore, the name pink spot was adopted to refer to this disease. Only a few studies in the literature describe symptoms like those caused by the pink spot. The objective of this study was to identify and describe the causal agent of pink spot on guava. The experiments consisted of collecting 19 single spore isolates from healthy guava fruits with symptoms coming from the growing regions where the disease was reported. The pathogenicity test was performed by inoculating a conidial suspension of the pathogen isolated from guava fruits with pink spot. Morphological characterization was performed through the measurement of 50 conidia per isolate. Cultural characterization was performed by mycelial growth rate and colony color description. Phylogenetic analyzes were performed for ITS, TEF, and ACT genes, in isolation and concatenated. A haplotype network was constructed to evaluate the intraspecific genetic diversity of the isolates. The process of infection and colonization of the pathogen was evaluated by observing guava tissues under scanning electron microscopy and histopathology. The quantification of cercosporin for each isolate was obtained through toxin extraction in a potassium hydroxide solution. These isolates were pathogenic to guava (fruits). The conidia of the different isolates were homogeneous; they were characterized as filiform, multiseptate, hyaline, and with truncated bases. The colonies were predominant gray color and a few white, and most colonies showed edges with pink pigmented. No spores were observed in the colonies evaluated. The characteristics of colonies as well as conidia refer to cercosporioid fungi. The 19 isolated showed significant difference regarding mycelial growth velocity. Phylogenetic analysis of the sequences of the concatenated gene showed that all isolates belong to the genus *Cercospora* and the isolates grouped into into four haplotypes. Conidia emitted an average of 3 to 5 germ tubes, and penetration occurred through the stomata. Histochemical tests of the injured guava region revealed phenol accumulation in the parenchymal tissues, and the presence of lipidic compounds in the lysine cavity. The images obtained under fluorescent light showed the presence of hyphae in the parenchyma tissues, below the epidermis, and near the stomata. Most isolates had production of cercosporin toxin. This is the first report of pink spot on Guava in Brazil.

Keywords: *Psidium guajava*; *Cercospora* spp.; Phylogeny; Cercosporin; Histopathology

## 1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava L.*) é uma planta cultivada em diversos países, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Entre os países produtores de goiaba, destaca-se o Brasil com uma produção de 424.305 toneladas em uma área de 17.603 hectares (IBGE, 2017). Os estados brasileiros com as maiores produções de goiaba são Pernambuco com 34,15% e São Paulo com 33,86% da produção brasileira (FNP, 2018). No mercado *in natura* há uma preferência no consumo de goiabas de polpa vermelha, com uma comercialização na Ceagesp de 11.190 toneladas, enquanto que as goiabas de polpa branca a comercialização é menor, na ordem de 1.016 toneladas (FNP, 2018).

Dentre os fatores que podem diminuir a produtividade no cultivo de goiabas, estão as doenças. Entre as principais doenças da goiabeira estão a bacteriose (*Erwinia psidii*), a ferrugem (*Austropuccinia psidii*), a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* e *C. acutatum*), a podridão parda (*Fusicoccum aesculi* e *Neofusicoccum parvum*) e a pinta preta (*Guignardia psidii*) (PICCININ et al., 2016). Contudo, produtores de goiaba dos estados de São Paulo e Paraná relataram, em meados de 2015/2016, sintomas diferentes dos causados por essas importantes doenças da cultura da goiabeira. Trata-se de pequenas lesões arredondadas de coloração rosa a avermelhada na superfície dos frutos, a qual tornou-se conhecida, entre os produtores, como pinta rosa. Esses sintomas foram observados nas variedades Paluma, Pedro Sato e Tailandesa. Os sintomas afetam principalmente a comercialização de frutas destinadas à mesa, pela perda de qualidade, apesar de aparentemente não afetar o fruto internamente. Porém, em casos mais severos da doença pode ocorrer o coalescimento das lesões e por sua vez o aceleração da maturação nas goiabas, culminando em apodrecimento precoce e tornando-as inviáveis para o consumo. Por ser uma doença nova, ainda não existem relatos da quantificação de perdas na produção e de danos econômicos por ela provocados.

No mundo existem dois relatos descrevendo sintomas semelhantes aos da pinta rosa em goiabas que são observados no Brasil. Um relato na Venezuela (FLORES et al., 2009) e outro na África do Sul (JACOBS et al., 2014). Em cada um desses artigos publicados atribuiu-se à doença um agente causal distinto. Na Venezuela, os autores atribuíram à doença ao fungo agente causal *Phyllosticta psidiicola* e na África do Sul ao fungo agente causal pertencente ao gênero

*Mycosphaerella*. Entretanto, em nenhum dos dois trabalhos publicados foi realizado teste de patogenicidade, e portanto não foi realizado o postulado de Koch, para a comprovação efetiva do agente causal da doença.

A identificação do agente causal de doenças avaliadas somente pela morfologia dos fungos é questionável devido à semelhança morfológica entre várias espécies, assim como os tipos de colônias por elas formadas, isto posto, algumas espécies requerem análises filogenéticas para uma correta identificação (GROENEWALD et al., 2013).

No Brasil, não há registro de trabalhos relacionados à pinta rosa, evidenciando-se a relevância de seu estudo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi elucidar a etiologia da pinta rosa da goiaba observada em pomares do estado de São Paulo e Paraná.

## 2. CONCLUSÕES

Pelo teste de patogenicidade em goiabas pode-se comprovar que a doença pinta rosa é biótica e é causada por fungo;

Pelos estudos de caracterização morfológica e cultural e pela análise filogenética das sequências obtidas dos isolados do fungo foi possível comprovar que o fungo agente causal da pinta rosa pertence ao gênero *Cercospora*.

A presença de cercosporina na colônia dos isolados do fungo agente causal da pinta rosa corrobora ser o patógeno pertencente ao gênero *Cercospora*.

Portanto, esse é o primeiro relato e comprovação de ser um fungo do gênero *Cercospora* o agente causal da doença pinta rosa da goiaba.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. Plant pathology. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 922p.
- ALMEIDA, Á. M.; PIUGA, F. F.; MARIN, S. R.; BINNECK, E.; SARTORI, F.; COSTAMILAN, L. M.; LOPES, M. Pathogenicity, molecular characterization, and cercosporin content of Brazilian isolates of *Cercospora kikuchii*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 6, p. 594-602, 2005.
- ALVARADO, L. E.; SÁA, S.; CUNEO, I. F.; PEDRESCHI, R.; MORALES, J. A.; LARACH, A.; BESOAIN, X. A. A comparison of immediate and short-term defensive responses to *Phytophthora* species infection in both susceptible and resistant walnut rootstocks. **Plant Disease**, Online, 2019. Disponível em: <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-03-19-0455-RE>>. Acesso em: 20/09/2019.
- AMAYA, D. R.; FARFAN, J. A. Nutrientes e substâncias Bioativas da goiaba (*Psidium guajava* L.) e seus efeitos na saúde. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de; AMORIN, D.A. de. (Ed.) **Cultura da Goiaba – do plantio à comercialização**. Vol2. Jaboticabal: FCAV, Capes, CNPq, FAPESP, Fundunesp, SBF, 2009.p. 471-488.
- ANDRADE-HOYOS, P.; MOLINA, E.; DE LEÓN, C.; ESPÍNDOLA, M.; ALVARADO, D.; LÓPEZ-JIMÉNEZ, A. Defense mechanisms in avocado rootstocks to *Phytophthora cinnamomi* Rands. **Spanish Journal of Rural Development**, v.3, n.4, p. 23-30, 2015.
- ARAUJO, L.; BISPO, W. S.; RIOS, V. S.; FERNANDES, S. A.; RODRIGUES, F. A. Induction of the phenylpropanoid pathway by acibenzolar-s-methyl and potassium phosphite increases mango resistance to *Ceratocystis fimbriata* infection. **Plant Disease**, v. 99, n. 4, p. 447-459, 2015.
- BABU, A. M.; PHILIP, T.; KARIAPPA, B. K.; KAMBLE, C. K. Scanning electron microscopy of the infection process of *Cercospora henningsii* on cassava leaves. **Journal of Phytopathology**, v. 157, n. 1, p. 57-62, 2009.
- BAKHSHI, M.; ARZANLOU, M.; BABAI-AHARI, A.; GROENEWALD, J. Z.; BRAUN, U.; CROUS, P. W. Application of the consolidated species concept to *Cercospora* spp. from Iran. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 34, p. 65, 2015.



- BAKHSHI, M.; ARZANLOU, M.; BABAI-AHARI, A.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Novel primers improve species delimitation in *Cercospora*. **IMA fungus**, v. 9, n. 2, p. 299, 2018.
- BALIS, C.; PAYNE, M. G. Triglycerides and cercosporin from *Cercospora beticola*: fungal growth and cercosporin production. **Phytopathology**, v. 61, p. 1477-1484, 1971.
- BENGTSSON, T.; HOLEFORS, A.; WITZELL, J.; ANDREASSON, E.; LILJEROTH, E. Activation of defence responses to *Phytophthora infestans* in potato by BABA. **Plant Pathology**, v. 63, n. 1, p. 193–202, 2014.
- CARBONE, I.; KOHN, L. M. A Method for Designing Primer Sets for Speciation Studies in Filamentous Ascomycetes. **Mycologia**, v. 91, n. 3, p. 553, 1999.
- CHAMBERLAIN, C.J. **Methods in plant histology**. Chicago: The University of Chicago Press, 1932. 416p.
- CLEMENT, M.; POSADA, D.; CRANDALL, K. TCS: A computer program to estimate gene genealogies. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 9, n. 10, p.1657-1660, 2000.
- COSTA, A.F.S.; PACOVA, B.E. Botânica e variedades. In: COSTA, A.F.S.; COSTA, A.N. (Ed). **Tecnologias para produção de goiaba**. Vitória: INCAPER, 2003. p. 27-56.
- CROUS, P. W.; BRAUN, U. 2003. *Mycosphaerella* and its anamorphs: 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. Pages 1-571 in: CBS Biodiversity Series 1. Unknown publisher.
- DAUB, M. E.; CHUNG, K. **Cercosporin: a photoactivated toxin in plant disease**. Online. APSnet Features, v. 10, p. 2007-0207, 2007. Disponível em: <<https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/Cercosporin.aspx>>. Acesso em: 01/08/2019.
- DAUB, M. E.; EHRENSHAFT, M. The photoactivated cercospora toxin cercosporin: Contributions to Plant Disease and Fundamental Biology. **Annual Review of Phytopathology**, v. 38, n. 1, p. 461–490, 2000.
- DE JONGE, R.; EBERT, M. K.; HUITT-ROEHL, C. R.; PAL, P.; SUTTLE, J. C.; SPANNER, R. E.; THOMMA, B. P. Gene cluster conservation provides insight into cercosporin biosynthesis and extends production to the genus *Colletotrichum*. Proceedings of the National **Academy of Sciences**, v. 115, n. 24, p. E5459-E5466, 2018.

- FAJOLA, A. O. Cercosporin, a phytotoxin from *Cercospora* spp. **Physiological Plant Pathology**, v. 13, n. 2, p. 157-164, 1978.
- FISCHER, I. H.; ALMEIDA, A. M. D.; ARRUDA, M. C. D.; BERTANI, R. M. D. A.; GARCIA, M. J. D. M.; AMORIM, L. Postharvest damages in guavas from the Midwest region of the State of São Paulo. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 570-576, 2011.
- FLORES, Y; RONDÓN, A.; ARNAL, E.; MUJICA, Y.; GARCIA, M.; ROMERO, A. La mancha roja de la guayaba: Síntomas y diseminación en el estado Cojedes, Venezuela. **Bioagro**, v. 21, n. 1, p. 75-77, 2009.
- FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2018**: anuário da produção brasileira. São Paulo, 2018. 480p.
- GOODWIN, S. B.; DUNKLE, L. D.; ZISMANN, V. L. Phylogenetic analysis of *Cercospora* and *Mycosphaerella* based on the internal transcribed spacer region of ribosomal DNA. **Phytopathology**, v. 91, n. 7, p. 648-658, 2001.
- GRAAF, P. V.; JOSEPH, M. E.; CHARTIER-HOLLIS, J. M.; O'NEILL, T. M. Prepenetration stages in infection of clematis by *Phoma clematidina*. **Plant Pathology**, v. 51, n. 3, p. 331-337, 2002.
- GROENEWALD, J. Z.; NAKASHIMA, C., NISHIKAWA, J.; SHIN, H. D.; PARK, J. H., JAMA, A. N., CROUS, P. W. Species concepts in *Cercospora*: spotting the weeds among the roses. **Studies in Mycology**, v. 75, p. 115-170, 2013.
- GUILLIN, E. A.; DE OLIVEIRA, L. O.; GRIJALBA, P. E.; GOTTLIEB, A. M. Genetic entanglement between *Cercospora* species associating soybean purple seed stain. **Mycological Progress**, v. 16, n. 6, p. 593–603, 2017.
- GUNASINGHE, N.; YOU, M. P.; CAWTHRAY, G. R.; BARBETTI, M. J. Cercosporin from *Pseudocercospora capsellae* and its critical role in white leaf spot development. **Plant Disease**, v. 100, n. 8, p. 1521–1531, 2016.
- GUPTA, V. P.; TEWARI, S. K.; BAJPAI, A. K.; DATTA, R. K. Observations on the surface ultrastructure of conidial stage of *Cercospora moricola* and its infection process in mulberry. **Sericologia** (France), n. 35, p.123–128, 1995.
- HORRIDGE, G.A.; TAMM, S.L. Critical point drying for scanning electron microscopy study of ciliar motion. **Science**, Washington, v. 13, n. 3869, p. 871-818, 1969.
- HÜCKELHOVEN, R. Cell wall–associated mechanisms of disease resistance and susceptibility. **Annual Review of Phytopathology**, v. 45, p. 101-127, 2007.

- HYUN, J. W. et al. Pathotypes and genetic relationship of worldwide collections of *Elsinoë* spp. causing scab diseases of citrus. **Phytopathology**, v. 99, n. 6, p. 721-728, 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20/06/2019.
- JACOBS, A.; TRUTER, M.; SCHOEMAN, M.H. Characterization of *Mycosphaerella* species associated with pink spot on guava in South Africa. **South African Journal of Science**, Johannesburg, v. 110, n. 9-10, p. 01-06, 2014.
- JENNS, A. E.; DAUB, M. E.; UPCHURCH, R. G. Regulation of cercosporin accumulation in culture by medium and temperature manipulation. **Phytopathology**, v. 79, n. 2, p. 213-219, 1989.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.
- KARNOVSKY, M.J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biol, New York**, v. 27, p. 137-138, 1965.
- KUYAMA, S.; TAMURA, T. Cercosporin. A pigment of *Cercosporina kikuchii* Matsumoto et Tomoyasu. I. Cultivation of fungus, isolation and purification of pigment. **Journal of the American Chemical Society**, v. 79, n. 21, p. 5725-5726, 1957.
- LEIGH, J.W.; BRYANT, D. Popart: full-feature software for haplotype network construction. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 6, p. 1110-1116, 2015.
- LIBRADO, P.; ROZAS, J. DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. **Bioinformatics**, Oxford, v. 25, n. 1, p. 1451-1452, 2009.
- MADDISON W.P.; MADDISON D.R., 2011. **Mesquite: a modular system for evolutionary analysis**. Version 2.75. Disponível em <<http://mesquiteproject.org>>. Acesso em: 20/01/2018.
- MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical: goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373 p.
- MARQUES, J. P. R.; AMORIM, L.; SPÓSITO, M. B.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Ultrastructural changes in the epidermis of petals of the sweet orange infected by *Colletotrichum acutatum*. **Protoplasma**, v. 253, n. 5, p. 1233–1242, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00709-015-0877-3>>.

- MARQUES, J. P. R.; SPÓSITO, M. B.; MELLO, A. F. S.; AMORIM, L.; MONDIN, M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Histopathology of black spot symptoms in sweet oranges. **European Journal of Plant Pathology**, v. 133, n. 2, p. 439–448, 2012.
- MARTINS, R. B. Variabilidade de *Cercospora coffeicola* em Minas Gerais com base em compatibilidade vegetativa e produção de cercosporina. Tese, Universidade Federal de Viçosa. 2007.
- NYLANDER J.; MrModeltest v2.3 Program distributed by the author. Evolutionary Biology Centre, Uppsala University, 2004.
- OLIVEIRA, J. A. Efeito do tratamento fungicida em sementes e no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.). 1991. 111p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PAGE, R. D. M. Tree View: An application to display phylogenetic trees on personal computers. **Bioinformatics**, v. 12, n. 4, p. 357-358, 1996.
- PEARSE, A.G.E. **Histochemistry, theoretical and applied**. 3rd ed. London: Churchill, 1968. v. 1, 998 p.
- PEREIRA, F.M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 47 p.
- PICCININ, E.; PASCHOLATI, S.F.; DI PIETRO, R.M.; CIA, P.; da SILVA, B.M.P. **Doenças da goiabeira**. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E A. (Ed.). Manual de fitopatologia. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v.2 772 p.
- PRUSKY, D.; ALKAN, N.; MENGISTE, T.; FLUHR, R. Quiescent and necrotrophic lifestyle choice during postharvest disease development. **Annual Review of Phytopathology**, v. 51, p.
- PRUSKY, D.; LICHTER, A. Activation of quiescent infections by postharvest pathogens during transition from the biotrophic to the necrotrophic stage. **FEMS microbiology letters**, v. 268, n. 1, p. 1-8, 2007. 5-176, 2013.
- R CORE TEAM: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: 07/05/2019.
- RASERA, J. B.; AMORIM, L.; MARQUES, J. P. R.; SOARES, M. K. M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Histopathological evidences of early grapevine leaf senescence caused by *Phakopsora euvitis* colonization. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 108, p. 101434, 2019.

- RATHAIAH, Y. Stomatal tropism of *Cercospora beticola* in sugarbeet. **Phytopathology**, v. 67, n. 3, p. 358-362, 1977.
- RONQUIST, F.; HUELSENBECK, J. P. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. **Bioinformatics**, v. 19, n. 12, p. 1572-1574, 2003.
- SAKAI, W.S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue O. **Stain Technology**, Baltimore, v. 48, p. 247-249, 1973.
- SILVA, M. G. D.; POZZA, E. A.; LIMA, C. V. R. V. D.; FERNANDES, T. J. Temperature and light intensity interaction on *Cercospora coffeicola* sporulation and conidia germination. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 2, p. 198–204, 2016.
- SMITH, D. H.; PAUER, G. D. C.; SHOKES, F. M. *Cercosporidium* and *Cercospora* leaf spots of peanut. **Plant diseases of international importance**, v. 2, p. 285-304, 1992.
- SOUZA, A. G. C.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Cultural and aggressiveness variability of *Cercospora coffeicola*. **Journal of Phytopathology**, v. 160, n. 10, p. 540-546, 2012.
- TAKEMOTO, D.; MIZUNO, Y. Belowground and Aboveground Strategies of Plant Resistance Against *Phytophthora* Species. In: **Belowground Defence Strategies in Plants**. Springer, Cham, 2016. p. 151-169.
- TEMPLETON, A. R.; CRANDALL, K. A.; SING, C. F. A cladistic analysis of phenotypic associations with haplotypes inferred from restriction endonuclease mapping and DNA sequence data. III. Cladogram estimation. **Genetics**, v. 132, n. 2, p. 619-633, 1992.
- TRESE, A.T.; LOSCHKE, D.C. High contrast resolution of mycelia of pathogenic fungi in corn tissue after staining with calcofluor and destaining with cellulose. **Phytopatology**, Lancaster, v. 80, n. 2, p. 196-200, Feb. 1990.
- VALE, P. A. S.; DE RESENDE, M. L. V.; BOTELHO, D. M. dos S.; POZZA, E. A.; OGOSHI, C.; MONTEIRO, A. C. A.; COSTA, B. H. G.; VASCONCELOS, V. A. M. Temperature, incubation time and virulence of *Cercospora coffeicola* in the production of cercosporin. **Journal of Phytopathology**, v. 167, n. 7–8, p. 371–379, 2019.
- WATANABE, H. S. Comercialização de goiaba no mercado nacional. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de; AMORIN, D.A. de. (Ed.) **Cultura da Goiaba –**

**do plantio à comercialização**. Vol1. Jaboticabal: FCAV, Capes, CNPq, FAPESP, Fundunesp, SBF, 2009.p. 133-150.

WHITE, T. J.; BRUNS, T.; LEE, S. J. W. T.; TAYLOR, J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. **PCR protocols: a guide to methods and applications**, v. 18, n. 1, p. 315-322, 1990.

YOU, B.-J.; LEE, M.-H.; CHUNG, K.-R.; YOU, B.; CHUNG, K. Production of cercosporin toxin by the phytopathogenic *Cercospora* fungi is affected by diverse environmental signals. **Can. J. Microbiol**, v. 54, p. 259–269, 2008.