

ESTUDOS HISTOPATOLÓGICOS DA INTERAÇÃO *COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES* - CAFEIEIRO ⁽¹⁾

IGOR SOUZA PEREIRA ^(2,3); MARIO SOBRAL DE ABREU ⁽²⁾; EDUARDO ALVES ^(2*);
JOSIMAR BATISTA FERREIRA ⁽²⁾

RESUMO

Nos estudos envolvendo a interação *Colletotrichum gloeosporioides*-cafeieiro (*Coffea arabica* L.), poucas são as informações a respeito do modo de penetração e colonização deste patógeno. Estudou-se por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), os eventos de pré-penetração e penetração de *C. gloeosporioides* em hipocótilos de cafeeiros e a colonização natural de ramos e frutos provenientes de plantas com mancha manteigosa. Realizaram-se três ensaios. No primeiro, fez-se a observação dos eventos de pré-penetração de *C. gloeosporioides* inoculados em hipocótilos de plântulas da cv. Acaiá Cerrado com e sem ferimentos; no segundo, observou-se a colonização de ramos enfermos em que havia murcha drástica e necrose local e, no terceiro, a colonização de frutos enfermos. A germinação dos conídios nos hipocótilos feridos ocorreu 6 horas após a inoculação, com a formação de um ou dois tubos germinativos terminais e a adesão dos conídios nas depressões dos hipocótilos. Apressórios globosos a subglobosos e de contorno regular surgiram 12 horas após a inoculação. Até 72 horas, não foi possível observar a formação de acérvulos sobre os tecidos submetidos à inoculação. Nos ramos observava-se colonização nos vasos floema e parênquima cortical. Nos frutos em diferentes estádios de maturação foi observada a colonização do tecido próximo à epiderme e colapso dos estômatos na área lesionada.

Palavras-chave: *Glomerella cingulata*, *Coffea arabica*, mancha manteigosa, microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

HISTOPATHOLOGICAL STUDIES OF THE INTERACTION *COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES* - COFFEE TREES

In studies involving the interaction *Colletotrichum gloeosporioides* - coffee trees (*Coffea arabica* L.) there is little information regarding the pre-penetration, penetration and colonization pathways of this pathogen. The objectives of this work were: 1. to study through scanning electron microscopy (SEM) the pre-penetration and penetration events of *C. gloeosporioides* in hypocotyls of coffee plantlets; 2. to observe the colonization of *Colletotrichum* spp. in branches and fruits of coffee trees with blister spot symptoms. The study took place in three trials. In the first trial, it was observed and reported the pre-penetration events of *C. gloeosporioides* inoculated on hypocotyls of coffee cv. Acaiá Cerrado with and without wounds. The second trial was performed to investigate the colonization of diseased coffee branches that presented drastic wilt and local necrosis was observed. Finally the third trial investigated the colonization of this pathogen in diseased coffee fruits. When *C. gloeosporioides* was inoculated, germination could be observed in wounded hypocotyls 6 hours after inoculation. Better adhesion of conidia was evident at surface depressions of hypocotyls and germination started by emission of one or two terminal germ tubes. Round or sub-round shaped aplanospores appeared 12 hours after inoculation. Up to 72 hours, acervula formation was not observed on inoculated tissues. The wilted branches presented colonization in the phloem and cortical tissues. In fruits at different stages of maturation, it was observed colonization in tissues near the epidermis and collapse of the stomata in the affected area.

Key words: *Glomerella cingulata*, *Coffea arabica*, blister spot, scanning electron microscopy.

⁽¹⁾ Parte da dissertação do primeiro autor apresentada ao curso de Mestrado em Fitopatologia, UFLA, Lavras (MG). Recebido para publicação em 19 de agosto de 2006 e aceito em 21 de outubro de 2008.

⁽²⁾ Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, 37200-000 Lavras (MG). E-mail: ealves@ufla.br (*) Autor correspondente.

⁽³⁾ Bolsista CAPES.

1. INTRODUÇÃO

Espécies do gênero *Colletotrichum* estão frequentemente associadas ao cafeeiro podendo causar danos e perdas na produtividade dependendo da espécie do patógeno (WALLER et al., 1993), das condições ambientais (CHEN et al., 2003) e da cultivar infectada (SERA et al., 2005; OROZCO et al., 2003). As espécies associadas ao cafeeiro são *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (sin. *C. coffeanum*), *C. acutatum* Simmonds e *C. kahawae* Waller & Bridge (D'UTRA, 1902; WALLER et al., 1993; OROZCO et al., 2003). *C. kahawae* é uma espécie restrita ao continente africano que pode infectar frutos de café em vários estádios de desenvolvimento sendo responsável pela *coffee berry disease*, causando altas perdas na produtividade (70%-80%) quando medidas de controle não são aplicadas (GRIFFITHS et al., 1971). No Brasil, prevalece *C. gloeosporioides* (OROZCO et al., 2003), que tem sido associado a sintomas de antracnose em folhas, frutos, mancha manteigosa e seca de ponteiros.

Dentre estas destaca-se a mancha manteigosa foi descrita pela primeira vez em 1957, por WELLMAN (1957); posteriormente, constatou ser ocasionada pelo gênero *Colletotrichum* (VARGAS e GONZALEZ, 1972), porém ainda hoje há dúvida sobre o correto agente etiológico. Esta é uma doença de grande importância nas lavouras em que ocorre devido à destruição completa da planta e ainda hoje não esclarecida quanto à sua infecção e colonização. Pode ser também um problema potencial, pois em plantas obtidas de sementes de plantas doentes, ainda não se verificaram sintomas que podem expressar a doença no campo.

Até o presente, estudos a respeito da infecção de *C. gloeosporioides* sobre cafeeiro utilizando-se a microscopia eletrônica como ferramenta são escassos. O conhecimento do processo de infecção das espécies de *Colletotrichum*, assim como dos fatores que influenciam tais processos, é de extrema importância para se elucidarem questões, tais como a adesão de conídios, relação com a topografia do hospedeiro, tipo de penetração e a formação de apressório. Além disso, é considerado um pré-requisito para o desenvolvimento de estratégias de controle. O processo de infecção no gênero *Colletotrichum* é composto por uma seqüência comum de eventos: adesão do conídio, germinação, alongação do tubo germinativo, formação do apressório, desenvolvimento de *peg* de infecção, penetração de células epidérmicas, crescimento das hifas intracelularmente, necrose celular e desenvolvimento de lesões (JEFFRIES et al., 1990).

O trabalho teve por objetivos acompanhar, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), o início do processo de infecção de hipocótilos de café

inoculados com *C. gloeosporioides* e observar a colonização de *Colletotrichum* spp. em ramos e frutos, nos estádios verde-cana e cereja, de café enfermos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Três ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Diagnose e Controle de Enfermidades de Plantas e no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultra-Estrutural no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, utilizando-se como ferramenta o microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Para a observação dos eventos de pré-infecção, hipocótilos na fase de palito de fósforo da cultivar Acaia Cerrado MG-1474 sem sintomas de doenças, foram submetidos à inoculação com dois isolados de *C. gloeosporioides*, obtidos de folhas e de ramos de plantas com sintomas da mancha manteigosa. A inoculação foi localizada e consistiu de 50 µL de suspensão de cada isolado na concentração de 2×10^6 conídios/mL. As inoculações ocorreram em hipocótilos com ferimentos, realizados manualmente com agulha fina, e em hipocótilos intactos. Após a inoculação, os hipocótilos foram mantidos em câmara úmida e acondicionados em BOD a $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ no escuro.

Amostras de hipocótilos foram coletadas em 4, 5, 6, 8, 10, 12, 24, 48 e 72 horas após a inoculação. Os fragmentos coletados foram fixados em solução Karnovsky modificada (Glutaraldeído 2,5%, formaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05M, pH 7,2, CaCl_2 0,001M), por um período de 24 horas no mínimo. Foram transferidos, no mínimo, cinco fragmentos de cada tratamento para uma solução-tampão de cacodilato (0,05M) e lavados por três vezes durante 10 minutos. Em seguida, foram pós-fixados em solução de tetróxido de ósmio 1% em água por 1 hora, lavados em água destilada por três vezes e desidratados em soluções com concentrações crescentes de acetona (30%, 50%, 70%, 90% e 100%). Posteriormente, os espécimes foram levados à secagem ao ponto crítico com CO_2 líquido em aparelho Balzers CPD 030; em seguida, montados em suportes de alumínio (*stubs*) e cobertos com ouro (evaporador Balzers SCD 050) para observação em microscópio eletrônico de varredura LEO EVO 40.

As imagens foram geradas e registradas digitalmente, havendo diversas imagens para cada amostra nas condições de trabalho de 20 Kv e distância de trabalho de 9 mm. As imagens geradas foram gravadas e abertas no Software Photopaint do pacote Corel Draw 9.

A observação interna de ramos de cafeeiros da cultivar Catucaí Vermelho com sintomas de mancha manteigosa foi realizada a partir de fragmentos de ramos plagiotrópicos que estavam com sintomas de murcha descendente e necrose local. Utilizaram-se fragmentos com 2-3 cm de comprimento na zona de transição entre a região murcha e "sadia" e, posteriormente, foram imersos em solução fixadora até seu completo preparo para observação, conforme método descrito anteriormente, utilizando-se, contudo, o corte do material em nitrogênio líquido conforme ALVES (2004). Foram também preparados para observação ramos-testemunha sem aparente infecção, seguindo metodologia já descrita.

Para as observações da infecção de frutos do cafeeiro por *Colletotrichum* spp. em MEV, utilizaram-se frutos de café da cultivar Catucaí Vermelho. Estes frutos foram selecionados, utilizando-se somente aqueles em que havia sintomas de mancha manteigosa e, posteriormente, foram separados utilizando-se frutos da fase 4 (verde-cana) e fase 5 (cereja) conforme RENA e MAESTRI (1985). Em seguida, os frutos foram seccionados em fragmentos de 0,5 cm². Estes fragmentos (casca e mesocarpo) da região lesionada do material foram imersos em solução fixadora até preparo para observação, seguindo o método descrito anteriormente. Frutos sadios também foram preparados para observação.

Após observação superficial, estes fragmentos foram partidos ao meio e montados sobre *stubs*, com as regiões partidas voltada para cima e examinados ao MEV novamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 4 e 5 horas após a inoculação (hai) não se observou, independente do isolado, a germinação de conídios em hipocótilos com e sem ferimentos (Figura 1 A). A germinação de conídios dentro do gênero é bastante variável, iniciando-se entre 4 e 48 horas (ROBERTS e SNOW, 1984; BAILEY et al., 1992; OROZCO, 2003) ainda dependente de fatores externos tais como temperatura, sendo 25 °C a melhor (OROZCO, 2003), e a presença de materiais exógenos (BAILEY et al., 1992; SKIPP et al., 1995).

A aderência dos conídios foi maior na região do hipocótilo onde as depressões eram mais evidentes, mostrando, portanto, uma certa correlação com a topografia do hospedeiro (Figura 1 B). Observação semelhante foi relatada por PORTO et al. (1988) quando inocularam *C. trifolii* sobre alfafa. A adesão do esporo na superfície do hospedeiro é reconhecida, por vários autores, como evento essencial para o sucesso da infecção (MENDGEN e DEISING, 1993;

MERCURE et al., 1994), influenciando inclusive no desenvolvimento da doença, pois uma rápida adesão dos conídios aumenta a chance de sucesso no estabelecimento do patógeno (MERCURE et al., 1994).

O início da germinação ocorreu 6 hai (em hipocótilos com ferimentos), quando alguns conídios emitiram um ou dois tubos germinativos (Figura 1 C). Este início de germinação ocorreu independente da origem dos isolados, entretanto, não houve germinação nos hipocótilos sem ferimentos. Somente após 12 horas ocorreu o início da germinação sobre hipocótilos sem ferimentos e, até o final das observações, ainda havia muitos conídios não germinados. Conídios de *Colletotrichum* spp. isolados de cafeeiro podem germinar após 5 a 8 horas em água destilada esterilizada a 25 °C (OROZCO, 2003). Em trabalho realizado por CHEN et al. (2003), em *C. gloeosporioides* foi observado sobre folhas do cafeeiro, germinação média de 0,3% e 13,5%, após 3 e 6 hai, respectivamente. Em frutos, a germinação foi mais acentuada, com início 6 hai, com uma germinação média de 51%.

Esta ausência de germinação em hipocótilos sem ferimentos deve-se, provavelmente, à ausência de substâncias exsudadas pelo material vegetal. Segundo BAILEY et al. (1992) e SKIPP et al. (1995), materiais exógenos, tais como grãos de pólen, ácidos orgânicos e sideróforos, na gota do inóculo, podem influenciar a germinação. Na presença de nutrientes, o índice de germinação de esporos é acentuado.

O tubo germinativo foi emitido das extremidades do conídio, havendo, entretanto, alguns que surgiram lateralmente (Figura 1 D). Em *C. capsici* é comum o surgimento de um a três tubos germinativos, em função dos septos presentes no conídio desta espécie (ROBERTS e SNOW, 1984), em *C. acutatum* f.sp. *pineae*, um ou dois tubos germinativos surgem lateralmente ou, mais frequentemente, próximo à parte terminal do conídio (NAIR e CORBIN, 1981).

Com 12 hai, conídios emitiram apressórios no fim de tubos germinativos. O crescimento do tubo germinativo foi variável antes da emissão do apressório. Estes eram globosos a subglobosos e de contorno regular (Figura 1 E, F).

A formação de apressórios por *C. gloeosporioides* sobre folhas de cafeeiro pode ocorrer 6 hai, sendo este, o mesmo tempo necessário para a formação de apressórios em frutos verdes inoculados (CHEN et al., 2003). Este autor relata ainda que o máximo de formação de apressórios ocorreu 18 hai, enquanto *C. kahawae* inoculado sobre folhas e frutos de café apresentou máxima formação de apressórios 6 hai.

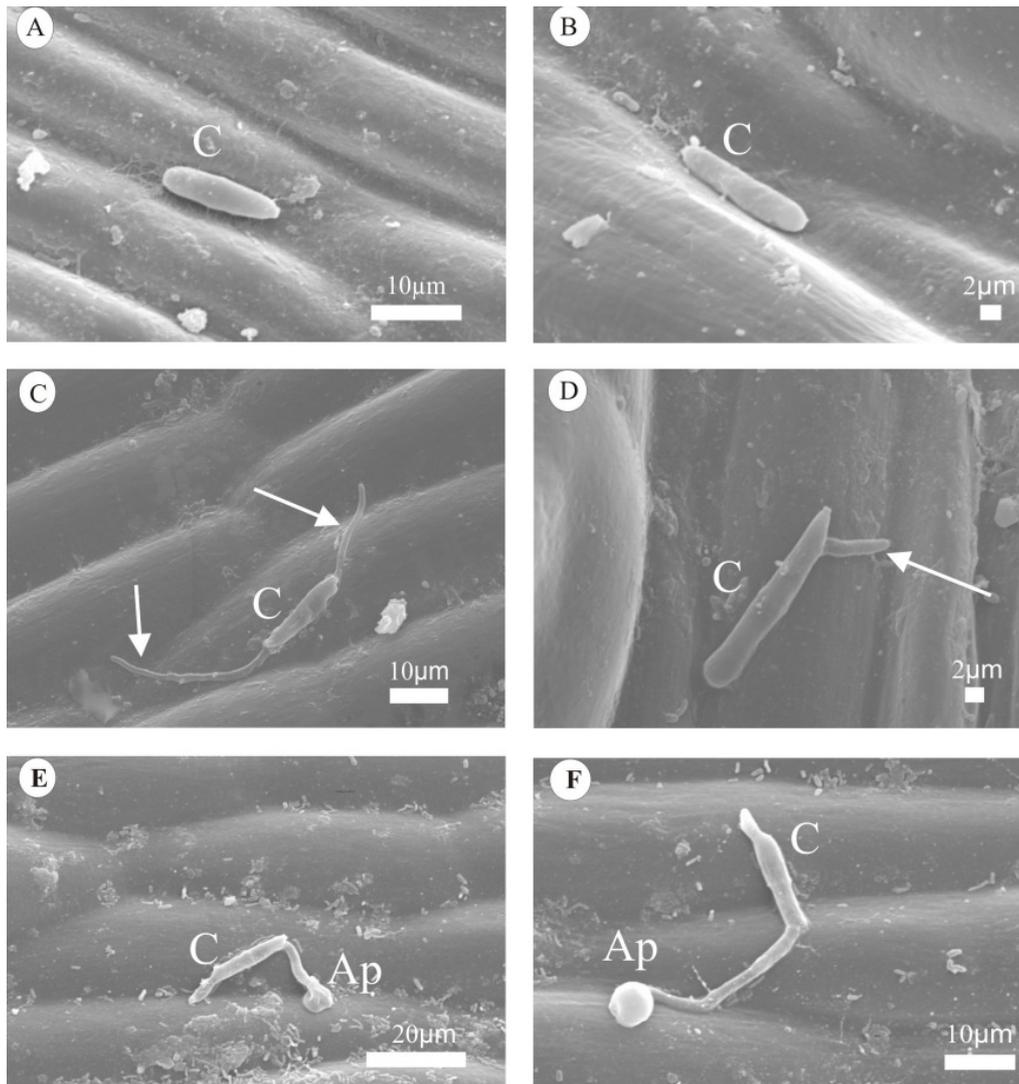


Figura 1. Eletromicrografia de varredura mostrando hipocótilos de cafeeiro inoculados com *C. gloeosporioides*. A: Conídio (C) não germinado 5 horas após inoculação. B: Adesão nas depressões do hipocótilo. C: Germinação de conídios com emissão de dois tubos germinativos terminais (seta). D: Tubo germinativo lateral ao conídio (seta). E e F: Conídios (C) com apressórios (Ap) no fim do tubo germinativo.

Até o fim do período de avaliação, não se pôde observar a formação de acérvulos sobre o material. Sintomas provocados por *C. gloeosporioides* sobre hipocótilos de cafeeiro susceptíveis são observados cinco dias após a inoculação, a formação de acérvulos ocorre aos nove dias após a inoculação e aos dez dias há morte de plântulas (OROZCO, 2003). A expressão de sintomas (lesões necróticas) em folhas e frutos de cafeeiros inoculados com *C. kahawae* ocorre entre 72 e 96 hai (CHEN, 2002).

Quando se realizaram observações de ramos, foi possível notar a colonização dos vasos e parênquima do xilema (Figuras 2 A) sendo possível diferenciá-los dos tecidos não afetados (Figura 2 B). A colonização de *Colletotrichum* spp. associado ao cafeeiro ocorre sistemicamente, em que a partir de um

ponto de entrada, transloca-se tanto de modo descendente quanto ascendente, havendo, entretanto, maior colonização deste segundo modo (OROZCO et al., 2002; OROZCO, 2003; PEREIRA et al. 2004), devido à direção do fluxo do sulco xilemático.

Segundo VOLTAN et al. (2002), a presença de *Colletotrichum* spp. em ramos de cafeeiros, causa alterações na estrutura normal do caule. Neste trabalho, os autores puderam constatar o espessamento das membranas celulares da epiderme e do córtex, com a presença de compostos fenólicos, a formação de um câmbio (felogênio) e em estágio mais avançado de infecção, a formação de periderme, além de maior concentração de cristais de oxalato de cálcio no córtex e no floema, fatos não investigados neste estudo.

A seca de ponteiros ou morte descendente de ramos são problemas graves no cafeeiro. Esta é considerada resultante de um complexo de tensões da própria planta e do ambiente, sendo atribuída a diversas causas, tais como o esgotamento de carboidratos na planta em decorrência de superprodução, tensões hídricas prolongadas, deficiência severa de certos minerais, alta luminosidade e temperatura elevadas, que podem ainda agravar a desordem (RENA e MAESTRI, 1985). Entretanto, a seca de ponteiros de natureza fitopatológica é comumente relatada e atribuída ao *Colletotrichum* spp. (D'UTRA, 1902; PARADELA FILHO et al., 2001, VOLTAN et al., 2002), havendo, portanto, confusão na etiologia desta enfermidade.

Nas observações da superfície dos frutos não se pôde distinguir nenhuma característica peculiar das lesões em frutos verdes que fosse diferente em frutos maduros e vice-versa. As áreas lesionadas são delimitadas, com formato circular a subcircular, em que se observa um aspecto coriáceo do tecido (Figura 3 A), enquanto na região sadia da amostra, as células epidérmicas mantêm seu aspecto normal. Em observações a olho nu, pode-se observar que este tecido tem um aspecto coriáceo sendo quebradiço. Na região enferma do tecido há desarranjo dos estômatos, que ficam necrosados (Figura 3 B), não sendo observado o mesmo nas áreas sadias da amostra (Figura 3 C).

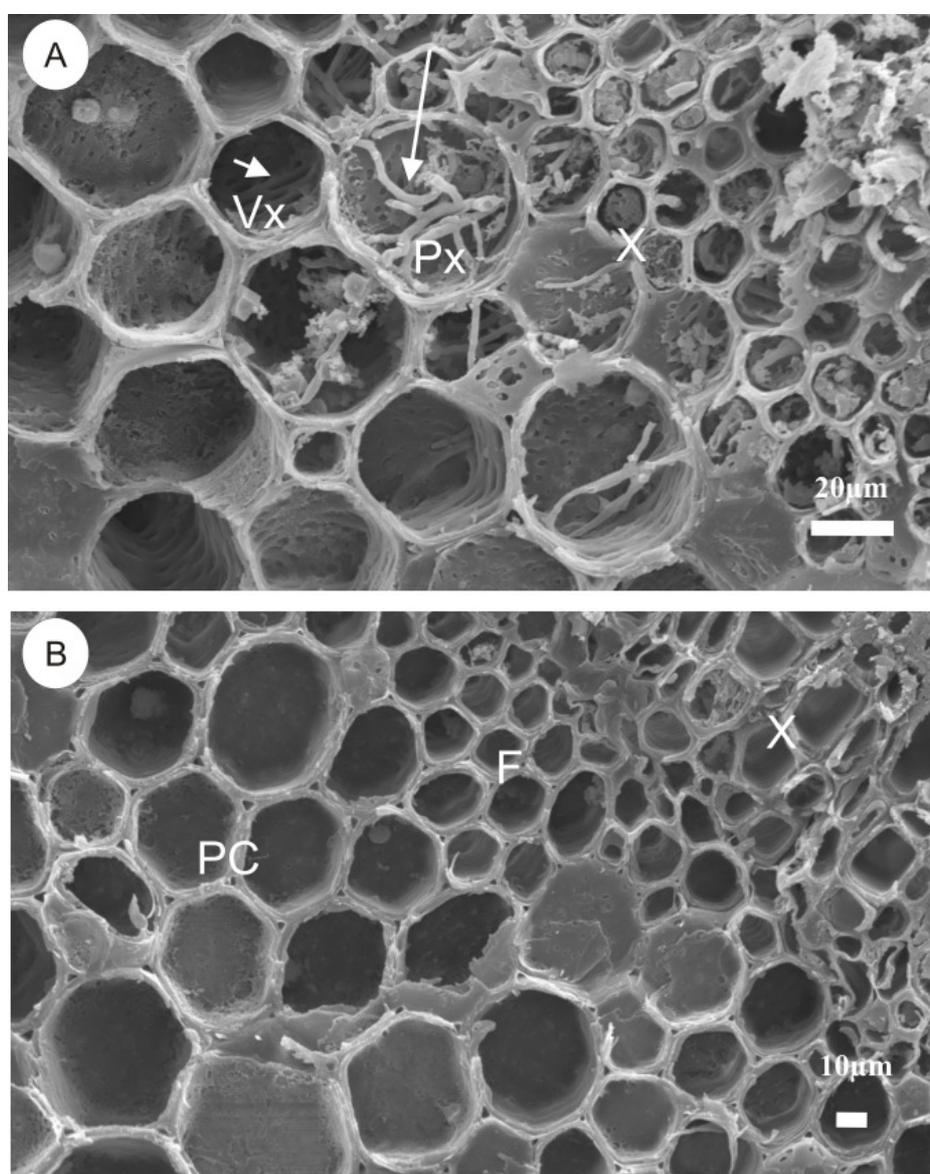


Figura 2. Eletromicrografia de varredura de ramos de cafeeiro com mancha manteigosa e seca de ponteiros cortados transversalmente. A: Células do parênquima do xilema (Px) colonizadas por hifas (seta) vasos do xilema (Vx) e região do xilema X. B: Regiões do parênquima cortical (PC), do floema (F) e xilema (X) de ramos sadios.

Algumas lesões, principalmente dos tecidos mais velhos, expõem estruturas de *Colletotrichum*. Pode-se observar o crescimento de hifas sobre o tecido da casca do fruto (Figura 3 D) e também a produção de conídios mais internamente no tecido, na região onde

ocorre rachadura (Figura 3 E), sem a produção de setas. Nas regiões enfermas dos tecidos do exocarpo e mesocarpo, foi possível notar o colapso celular, a presença de material amorfo (Figura 3 F) e uma elevação do exocarpo pressionado pelas hifas ali presentes.

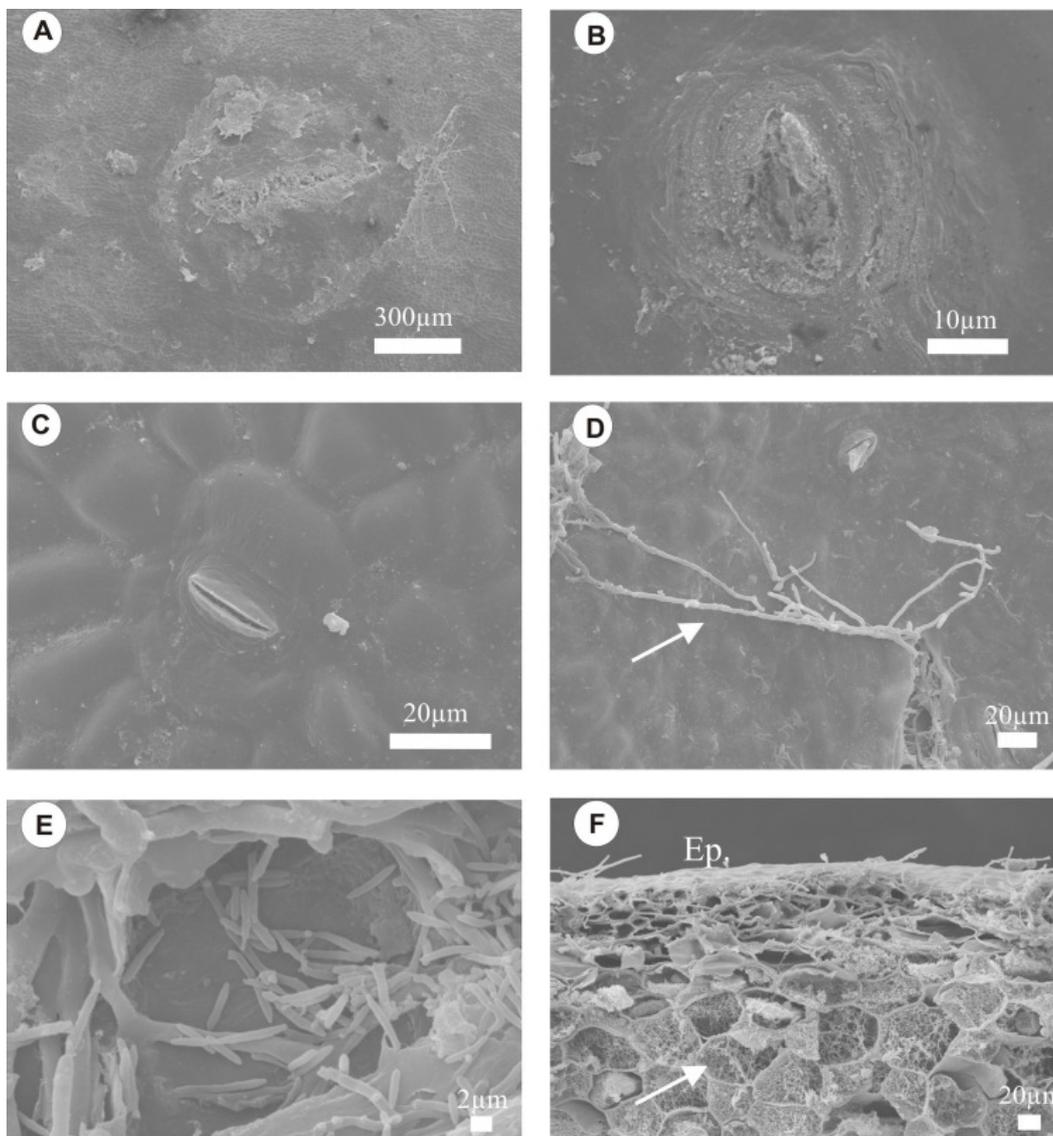


Figura 3. Eletromicrografia de varredura de fruto de cafeeiro com mancha manteigosa. A: Lesão delimitada de forma circular. B: Estômato da área lesionada com aspecto necrosado. C: Estômato da área sadia no fruto. D: Hifas (seta) originadas de uma rachadura na região da mancha manteigosa. E: Produção de conídios no interior do tecido. F: Acúmulo de material amorfo nas células de frutos infectados (seta), epiderme (Ep).

4. CONCLUSÕES

1. Ferimentos em hipocótilos de cafeeiro induzem os processos de adesão, germinação e diferenciação de apressórios de *Colletotrichum gloeosporioides* provenientes de folhas e ramos de cafeeiros. O tempo de 72 horas é insuficiente para formação de acérvulos e esporulação.

2. Em ramos de cafeeiros com sintomas de mancha manteigosa e seca descendente, observa-se a presença de *Colletotrichum* spp.

3. Nos sinais observados em frutos de cafeeiros com mancha manteigosa é verificada a presença de *Colletotrichum* spp.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. **Introdução à microscopia eletrônica de varredura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 43 p.
- BAILEY, J. A.; O'CONNEL, R. J.; PRING, R. J.; NASCH, C. Infection strategies of *Colletotrichum* species. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Ed.) *Colletotrichum*: CHEN, Z.J. **Morphocultural and pathogenic comparisons between *Colletotrichum kahawae* and *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from coffee berries**. 2002. 163 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica) - Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- 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**, London, v.63, n.4, p.181-190, 2003.
- D'UTRA, G. As manchas das folhas dos cafeeiros. **Boletim da Agricultura**, São Paulo, v.3, n.1 p.1-13, 1902.
- GRIFFITHS, E.; GIBBS, J. N.; WALLER, J. M. Control of coffee berry disease. **Annals of Applied Biology**, London, v.67, n.1, p.45-74, 1971.
- JEFFRIES, P.; DODD, J. C.; JEGER, M. J.; PLUMBLEY, R. A. The biology and control of *Colletotrichum* sp. on tropical fruit crops. **Plant Pathology**, Oxford, v.39, n.3, p.343-366, 1990.
- MENDGEN, K.; DEISING, H. Infection structures of fungal plant pathogens - a cytological and physiological evaluation. **New Phytologist**, Cambridge, v.124, n.2, p.193-213, 1993.
- MERCURE, E.W.; KUNOH, H.; NICHOLSON, R.L. Adhesion of *Colletotrichum graminicola* conidia to corn leaves: a requirement for disease development. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.45, n.6, p.407-720, 1994.
10. NAIR, J.; CORBIN, J. B. Histopathology of *Pinus radiata* seedlings infected by *Colletotrichum acutatum* f. sp. *pineae*. **Phytopathology**, St. Paul, v.71, n.8, p.777-783, 1981.
- OROZCO, E.F.M. **Caracterização morfológica, molecular, bioquímica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. associados ao cafeeiro em Minas Gerais e comparação com *Colletotrichum kahawae***. 2003. 147f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- OROZCO, E.F.M.; FREITAS, M.; PIGOZZO, P.; ABREU, M. S. Transmissão de *Colletotrichum* spp. por semente de café arábica (*Coffea arabica* L.). In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7., 2002, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas, 2002. p.93.
- OROZCO, E.F.M.; JULIATTI, F. C.; DORIZZOTTO, A.; ABREU, M. S. Determinação da existência de raças fisiológicas no patossistema café x *Colletotrichum* no Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia, **Anais...** Brasília; Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2003. p.222.
- PARADELA FILHO, O.; PARADELA, A.L.; THOMAZIELLO, R.A.; RIBEIRO, I.J. A.; SUGIMORI, M.H.; FAZUOLI, L.C. **O complexo *Colletotrichum* do cafeeiro**. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2001. 11 p. (Boletim Técnico IAC, 191).
- PEREIRA, I.S.; FERREIRA, J.B.; ABREU, M.S. Progresso da colonização de *Colletotrichum gloeosporioides* em plântulas de café (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2004, Gramado, **Anais...** Brasília; Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2004. p.136.
- PORTO, M.D.M.; GRAU, C.R.; ZOETEN, G.A.; GAARD, G. Histopathology of *Colletotrichum trifolii* on alfafa. **Phytopathology**, St. Paul, v.78, n.3, p.345-349, 1988.
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.26-40, jun. 1985.
- ROBERTS, R.G.; SNOW, J.P. Histopatologia of cotton boll rot caused by *Colletotrichum capsici*. **Phytopathology**, St. Paul, v.74, n.4, p.390-397, 1984.
- SERA, G. H.; ALTÉIA, M. Z.; SERA, T.; PETEK, M. R.; ITO, D. S. Correlação entre a ocorrência de *Colletotrichum* spp. e outras características agrônômicas em cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.435-440, 2005.
- SKIPP, R.A.; BEEVER, R.E.; SHARROCK, K.R.; RIKKERINK, E.H.A.; TEMPLETON, M. D. *Colletotrichum*. In: Kohmoto, K.; Singh, U. S.; Singh, R. P. (Ed.). **Pathogenesis and host specificity in plant diseases**. Oxford: Pergamon/Elsevier Science, 1995. v.2, p.119-142.
- VARGAS, G.E.; GONZALEZ, U.L.C. La mancha mantecosa del café causada por *Colletotrichum* spp. **Turrialba**, San Jose, v.22, n.2, p.129-135, 1972.
- VOLTAN, R.B.Q.; CABRAL, L.P.; PARADELA FILHO, O. Avaliação preliminar do efeito do *Colletotrichum* spp. na estrutura de plantas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 28., 2002, Caxambu, MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/Procafé, 2002. (467 p.), p. 364-365.
- WALLER, J.M.; BRIDGE, P.D.; BLACK, R.; HAKIZAT, G. Characterization of the coffee berry disease pathogen, *Colletotrichum kahawae* sp. nov. **Mycological Research**, Cambridge, v.97, n.8, p.989-994, 1993.
- WELLMAN, F.L. Blister spot of arabica coffee from vírus in Costa Rica. **Turrialba**, San Jose, v.7, n.4, p.113-115, 1957.