



HEBE PEREZ DE CARVALHO

**PROGRESSO DA FERRUGEM E DA
CERCOSPORIOSE EM CULTIVARES DE
CAFEIRO SOB CULTIVO ORGÂNICO E O
EFEITO DE *Colletotrichum gloeosporioides* Penz
NA GERMINAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE
PLÂNTULAS**

**LAVRAS – MG
2010**

HEBE PEREZ DE CARVALHO

**PROGRESSO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE EM
CULTIVARES DE CAFEIEIRO SOB CULTIVO ORGÂNICO E O
EFEITO DE *Colletotrichum gloeosporioides* Penz NA GERMINAÇÃO E
ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador
Dr. Paulo Estevão de Souza

**LAVRAS - MG
2010**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Carvalho, Hebe Perez de.

Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cultivares de
cafeeiro sob cultivo orgânico e o efeito de *Colletotrichum*
gloeosporioides Penz na germinação e estabelecimento de plântulas
/ Hebe Perez de Carvalho. – Lavras : UFLA, 2010.

135 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Paulo Estevão de Souza.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. *Cercospora coffeicola*. 3. *Hemileia*
vastatrix. 4. Incidência. 5. Mancha-manteigosa. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7394

HEBE PEREZ DE CARVALHO

**PROGRESSO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE EM
CULTIVARES DE CAFEIEIRO SOB CULTIVO ORGÂNICO E O
EFEITO DE *Colletotrichum gloeosporioides* Penz NA GERMINAÇÃO E
ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 2 de junho de 2010.

Dr. Antônio Rodrigues Vieira	EPAMIG
Dr. César Elias Botelho	EPAMIG
Dr. Mário Sobral de Abreu	UFLA
Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA

Dr. Paulo Estevão de Souza
Orientador

**LAVRAS - MG
2010**

A Deus, pela luz e proteção em todos os momentos.

Aos meus pais, João Honorato (*in memoriam*) e Odênia, pelo amor, apoio e carinho.

A minha filha, Ana Carolina, pelo apoio e carinho.

Aos meus familiares, pelo carinho e incentivo.

OFEREÇO

A nossa mãe e intercessora Nossa Senhora Aparecida, pela luz nos momentos difíceis,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de realizar o doutorado.

Ao CNPq e à Fapemig, pela disponibilidade dos recursos para a execução da tese.

Aos senhores Adriano e Sérgio Santana, por disponibilizarem as áreas de experimento.

Ao Prof. Dr. Paulo Estevão de Souza, pela orientação, consideração e amizade.

Aos professores José da Cruz Machado, Mário Sobral de Abreu e Maria Laene Moreira de Carvalho, pelos ensinamentos e amizade.

Ao Prof. Renato Mendes Guimarães, pela amizade, palavras de incentivo e ajuda nas análises estatísticas.

Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia, Ruth, Eliane, Heloisa, Ana Maria, Bruno e Wladimir, pelo companheirismo e ajuda na execução dos experimentos.

Aos funcionários do Setor de Sementes Wilder Souza, Wilder Bento, D. Elza, Viviana, Laís, Ivani, Dalva e Elenir, e aos estagiários e bolsistas de iniciação científica, pelo companheirismo e ajuda na execução dos experimentos.

Aos colegas de pós-graduação, Luciana e Eudes, pelo companheirismo e sugestões.

Às amigas do Laboratório de Patologia de Sementes, pelas palavras de incentivo, amizade e disposição em ajudar nos experimentos.

Aos colegas do Setor de Sementes, Aline, Rodrigo, Bruno, Adriano, Nina e Priscila, pela ajuda e amizade.

RESUMO GERAL

Vários são os fatores que limitam a produção do cafeeiro. Entre eles estão as doenças que atacam a parte aérea, principalmente a ferrugem, a cercosporiose e a mancha-manteigosa, cujo agente etiológico *Colletotrichum gloeosporioides* considera-se que seja transmitido pela semente. Sendo assim, objetivou-se, com a realização deste trabalho: avaliar o progresso da ferrugem e da cercosporiose em diferentes cultivares sob cultivo orgânico; verificar a patogenicidade de isolados de *C. gloeosporioides* em cultivares de cafeeiro e avaliar o efeito do referido fungo na germinação, na viabilidade da semente e no estabelecimento de plântulas. O experimento sobre o progresso da ferrugem e da cercosporiose foi conduzido em lavoura orgânica, no município de Machado, MG, em dois períodos, de fevereiro/2007 a outubro/2007 e de outubro/2007 a junho/2008. Os dados de incidência, severidade e índice de área foliar foram transformados em área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI), área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e área abaixo da curva de progresso do índice de área foliar (AACPIAF). Observou-se diferença significativa na AACPI e AACPS da ferrugem entre as cultivares, nos dois períodos de avaliação. No primeiro período de avaliação, a AACPI e a AACPS da ferrugem foram maiores nas cultivares Icatu Vermelho IAC 2942 e Catuaí Vermelho IAC 44. Já no segundo período de avaliação, a AACPI foi menor apenas na cultivar Acaíá Cerrado, MG 1474, não tendo as demais cultivares diferido entre si. Entretanto, a AACPS foi maior na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942. Quanto à cercosporiose, tanto a AACPI quanto a AACPS foram maiores nas cultivares Acaíá Cerrado MG 1474 e Catuaí Amarelo IAC 62, seguidas das cultivares Catuaí Vermelho IAC 44 e Rubi MG 1192. Na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942, tanto a incidência como a severidade foram menores. A incidência e a severidade de cercosporiose nos frutos foram maiores nas cultivares Acaíá Cerrado MG 1474 e Catuaí Amarelo IAC 62, no primeiro período de avaliação. Já no segundo período de avaliação, a severidade foi maior nas cultivares Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 44. Houve redução significativa na produção da cultivar Acaíá Cerrado MG 1474. O índice de área foliar foi menor em Icatu Vermelho IAC 2942 e Acaíá Cerrado MG 1474. O teor foliar de Cu e Zn foi alto e o de Mn deficiente, durante o período de avaliação. Para avaliar a patogenicidade de isolados de *C. gloeosporioides*, utilizaram-se 5 isolados monospóricos, denominados de I₁, I₂, I₃, I₄ e I₅, obtidos de plantas com sintomas de mancha-manteigosa, os quais foram inoculados em hipocótilos de cafeeiro das cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 e Mundo Novo IAC 379/19. Avaliaram-se a incidência e a severidade dos sintomas nas plântulas, 15 dias após inoculação. Verificou-se diferença significativa quanto à patogenicidade entre os isolados. A severidade dos isolados I₂, I₃ e I₄ foi maior

que a dos isolados I₁ e I₅. A incidência foi maior para os isolados I₂ e I₃. Tanto a incidência como a severidade foram maiores em hipocótilos da cultivar Catuaí Vermelho IAC 99. O efeito de *C. gloeosporioides* na germinação, na viabilidade da semente e no estabelecimento de plântulas foi realizado com o isolado I₃ inoculado em sementes das cultivares Catuaí Vermelho (sementes de plantas com sintomas de mancha-manteigosa), Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 317-19. As sementes das cultivares foram submetidas por 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas de exposição ao fungo, pelo contato direto com a colônia do fungo em placas de Petri. Foram consideradas as variáveis sanidade, germinação, índice de velocidade de emergência em areia e tetrazólio. Verificou-se que, com o aumento do tempo de exposição ao fungo, houve aumento da incidência nas sementes, tendo a incidência sido maior na cultivar Catuaí Vermelho (26%), seguida da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44 (21,5%) e Mundo Novo IAC 379-19 (11,0%). *C. gloeosporioides* afetou a germinação e o índice de velocidade de emergência das sementes da cultivar Catuaí Vermelho, a partir de 96 horas de exposição ao fungo. No caso da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44, ocorreu queda na germinação a partir de 96 horas. O tempo de exposição ao fungo não afetou a germinação e o índice de velocidade de emergência da cultivar Mundo Novo IAC 379-19, tendo sido verificado apenas o efeito *priming*. Pelo teste de tetrazólio foi possível verificar que *C. gloeosporioides* reduziu a viabilidade das sementes de café. Verificaram-se, por microscópio eletrônico de varredura, colonização do endocarpo e do endosperma da semente e a presença do fungo no embrião.

Palavras-chave: Incidência. Severidade. *Cercospora coffeicola*. *Hemileia vastatrix*. Mancha manteigosa.

GENERAL ABSTRACT

There are several factors limiting the coffee production. There are diseases that attack the shoot, mainly, rust, gray leaf spot and blister spot, whose etiologic agent *Colletotrichum gloeosporioides* is considered as transmitted by seed. Thus, this study aimed to: assess the progress of rust and gray leaf spot on different cultivars under organic cultivation and verify the pathogenicity of isolates of *C. gloeosporioides* in coffee cultivars and to evaluate the effect of the fungus on seed germination, seed viability and seedling establishment. The experiment was conducted in organic farming in the municipality of Machado / MG in two periods from February / 2007 to October/2007 and June/2008 to October/2007. The incidence, severity and leaf area index were transformed into area under the curve of incidence progress (AUCPI), area under the curve severity progress (AUDPCS) and area under the curve of progress of leaf area index (AACPIAL). We observed significant differences in AUIPC and AUSPC rust among cultivars in both periods. In the first period of evaluation the AUIPC and AUSPC rust was higher in the cultivars Icatu Vermelho IAC 2942 and Catuaí IAC Vermelho 44. In the second period of evaluation the AUIPC was lower only for Acaia Cerrado MG 1474, and the other cultivars did not differ. However, the AUSPC was higher for the cultivar Icatu Vermelho IAC 2942. For gray leaf spot, both AUIPC and AUSPC were higher for the cultivars Acaia Cerrado MG 1474 and Catuaí Amarelo IAC 62, followed by Catuaí IAC Vermelho 44 and Rubi MG 1192. In the cultivar Icatu Vermelho IAC 2942 both the incidence and severity were lower. The incidence and severity of gray leaf spot in the fruits was higher in cultivars Acaia Cerrado MG 1474 and Catuaí Amarelo for the first evaluation period. In the second evaluation period, the severity was higher in Catuaí IAC Vermelho 44 and Catuaí Amarelo IAC 62. There was a significant reduction in the production of Acaia Cerrado MG 1474. The LAI was lower in Icatu Vermelho IAC 2942 and Acaia Cerrado MG 1474. The leaf content of Cu and Zn was high and the Mn was deficient during the evaluation period. To evaluate the pathogenicity of isolates of *C. gloeosporioides* was used five single spore isolates, named I₁, I₂, I₃, I₄ and I₅ obtained from plants with symptoms of blister spot which were inoculated on the hypocotyls of coffee Catuaí IAC Vermelho 99 and Mundo Novo IAC 379/19. We evaluated the incidence and severity of symptoms in seedlings 15 days after inoculation. There was significant difference in pathogenicity among isolates. The severity of the (ID) isolates I₂, I₃ and I₄ was greater than incidence was higher for isolates I₂ and I₃. Both the incidence and severity were greater in hypocotyls of Catuaí IAC Vermelho 99. The effect of *C. gloeosporioides* on germination, seed viability and seedling establishment was conducted with isolate I₃ inoculated on seeds of Catuaí Vermelho (seeds of plants with

symptoms of blister spot), Catuaí Vermelho IAC 44 and Mundo Novo IAC 317-19. The seeds of the cultivars were exposed to the fungus for 0, 24, 48, 72, 96 and 120 hours, by direct contact with the colony of the fungus in petri dishes. The variables health, germination a, emergence rate index in sand and tetrazolium were considered. It was found that increasing time of exposure to the fungus, the incidence in seeds also increased, and it was higher in Catuaí Vermelho (26%), followed by Catuaí Vermelho IAC 44 (21.5%) and Mundo Novo IAC 379-19 (11.0%). *C. gloeosporioides* affect germination and rate of seed emergence of Catuaí Vermelho from 96 hours of exposure to the fungus. In the case of Catuaí Vermelho IAC 44 was a decrease in germination from 96 h. The time of exposure to the fungus did not affect the germination and emergence rate index for Mundo Novo IAC 379-19, and there have been only the priming effect. By tetrazolium test was concluded that *C. gloeosporioides* reduced the viability of coffee seeds. It was observed by MEV colonization of endocarp, endosperm from the seed and the presence of the fungus in the embryo.

Keywords: Incidence. Severity. *Cercospora coffeicola*. *Hemileia vastatrix*. Blister spot.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 Introdução geral.....	12
1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Cultivo do café orgânico	15
2.2	Aspectos gerais do patossistema <i>Coffea arabica</i> – <i>Hemileia vastatrix</i>	16
2.3	Aspectos gerais do patossistema <i>Coffea arabica</i> - <i>Cercospora coffeicola</i>	21
2.4	Progresso da ferrugem e da cercosporiose sob cultivo orgânico	24
2.5	Mancha manteigosa do cafeeiro	26
2.6	Transmissão de <i>Colletotrichum</i> spp. por sementes e seu efeito na germinação e estabelecimento de plântulas	29
	REFERÊNCIAS	32
	CAPÍTULO 2 Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico.....	40
1	INTRODUÇÃO	43
2	MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1	Avaliação da intensidade das doenças em folhas	46
2.2	Avaliação da intensidade da cercosporiose em frutos	46
2.3	Avaliação do padrão vegetativo e da produção dos cafeeiros	47
2.4	Avaliação do estado nutricional	48
2.5	Variáveis ambientais	48
2.6	Delineamento experimental e análise estatística	48
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
3.1	Progresso da ferrugem em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico	50
3.2	Progresso da cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico	59
3.3	Estado nutricional de cultivares de cafeeiro: teores de macro e micronutrientes nas folhas	62
4	CONCLUSÕES	70
	REFERÊNCIAS	71
	CAPÍTULO 3 Patogenicidade de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz, agente etiológico da mancha-manteigosa, em hipocótilos de cultivares de cafeeiro.....	75
1	INTRODUÇÃO	77
2	MATERIAL E MÉTODOS	83
2.1	Obtenção dos isolados de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	83
2.2	Obtenção das culturas monospóricas	84

2.3	Preparo e inoculação dos hipocótilos	84
2.4	Avaliação dos hipocótilos	85
2.5	Delineamento experimental e análise estatística	86
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
4	CONCLUSÕES	91
	REFERÊNCIAS	92
	CAPÍTULO 4 Efeito de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz, agente etiológico da mancha-manteigosa na germinação e no estabelecimento de plântulas de cultivares de cafeeiro.....	95
1	INTRODUÇÃO	98
2	MATERIAL E MÉTODOS	100
2.1	Inoculação das sementes	101
2.2	Teste de sanidade	101
2.3	Teste de germinação	102
2.4	Índice de velocidade de emergência de plântulas.....	102
2.5	Teste de tetrazólio	103
2.6	Preparo das sementes para análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV)	103
2.7	Delineamento experimental e análise estatística	104
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	106
3.1	Incidência <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> nas sementes	107
3.2	Germinação	110
3.3	Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE)	115
3.4	Tetrazólio	118
3.5	Eletromicrografia de varredura	120
4	CONCLUSÕES	123
	REFERÊNCIAS	124
	ANEXOS	129

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café e, juntamente com a Colômbia, responde por 40% do total da produção mundial. Estima-se que a produção nacional, para a safra 2009/2010, esteja entre 45,89 e 48,66 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado. Comparado com a safra anterior, verifica-se um incremento entre 16,3% a 23,3% na produção. Para o estado de Minas Gerais, a produção estimada é de 22,9 a 24,44 milhões de sacas de café beneficiado, o que representa 50,7% da produção nacional (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2010). Assim, não dúvida de que o café tem grande importância para o processo de formação e desenvolvimento da economia brasileira.

O café orgânico representa em torno de 0,5% da produção nacional, indicando um crescimento de 100% em relação ao ano de 2003, quando a representava 0,2% da produção total.

O binômio saúde e alimentação vem despertando a atenção do consumidor na busca por alimentos mais saudáveis. Não é, portanto, surpresa que a cafeicultura orgânica esteja em ampla expansão, por suas características de sustentabilidade e produtos de qualidade com certificação de origem que atendem à crescente demanda por parte de consumidores mais exigentes, principalmente Europa, EUA e Japão. Outro grande atrativo para a produção orgânica de café é o preço diferenciado. Atualmente, o café orgânico tem sido valorizado com ágios que variam de 30% a 50% acima do preço convencional, dependendo do comprador e da qualidade do produto (PEDINI, 2000).

No cultivo orgânico, a ocorrência de doenças, tais como a ferrugem e a cercosporiose, é um dos fatores limitantes para produção, além de afetar a qualidade dos grãos, o que reflete diretamente na qualidade de bebida. Devido ao tipo de manejo adotado no sistema orgânico, é de fundamental importância o estudo do comportamento dessas doenças neste tipo de sistema, visando obter informações que possam subsidiar métodos de controle alternativo e que não agridam o meio ambiente.

Outra doença que tem sido relatada como problema para cafeicultura, de maneira geral, é a mancha-manteigosa, cujo agente etiológico é *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, que é considerado como sendo transmitido pela semente (FERREIRA, 2006; OROZCO, 2003).

Essa doença preocupa os produtores pelo aumento da incidência e da agressividade com que se apresenta no campo, ocasionando declínio vegetativo e, conseqüentemente, produtivo das plantas afetadas. Em observações de campo, cafeeiros com sintomas da mancha-manteigosa têm sua produção afetada gradativamente, chegando a ser nula em algumas plantas (OROZCO et al., 2002a). Como a semente é considerada a principal forma de disseminação da doença, são necessárias pesquisas mais detalhadas sobre a influência do referido fungo na qualidade fisiológica da semente, uma vez que estudos sobre o assunto são escassos e existe divergência entre os autores.

Sendo assim, este trabalho foi realizado com os seguintes objetivos gerais:

- a. avaliar comparativamente a incidência e a severidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro em diferentes cultivares sob cultivo orgânico, correlacionando-as com variáveis ambientais, padrão vegetativo, produtividade e nutrição dos cafeeiros;

- b. verificar a patogenicidade de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da mancha-manteigosa, em cultivares de cafeeiro;
- c. avaliar o efeito de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente da mancha-manteigosa, na germinação, na viabilidade da semente e no estabelecimento de plântulas de diferentes cultivares de cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultivo do café orgânico

A agricultura orgânica é um sistema de produção agropecuária que promove a interação entre biodiversidade, ciclos biológicos das espécies vegetais e animais e atividade biológica do solo, sem uso de produtos químicos tóxicos ao ambiente para não proporcionar a contaminação de mananciais, solo e ar. Baseia-se no uso mínimo de produtos externos à propriedade e no manejo de práticas que restauram, mantêm e promovem a harmonia ecológica do sistema. A agricultura orgânica deve ser, também, ecologicamente sustentável, economicamente viável, socialmente justa e culturalmente aceitável (ALVARENGA; MARTINS; PAULA, 2002).

É um mercado constituído predominantemente por consumidores conscientes das questões ligadas à saúde, questões de caráter ambiental e social (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

O consumo mundial de café é de 108 milhões de sacas de 60 kg, dos quais 94% correspondem ao café convencional e 6% aos cafês especiais, como o café orgânico, gourmet, sombreados e outros. A previsão de demanda mundial de café especial, até o ano de 2013, é de 17,2 milhões de sacas de 60 kg (CARVALHO, 2010). Os preços destes cafês nos mercados nacional e internacional são mais atraentes para os produtores, como consequência de suas características de produção, qualidade e menor oferta (CAIXETA, 2000).

O mercado internacional de café orgânico é dominado pela Etiópia e pelo México que são responsáveis por 29,5% e 28,3% das exportações, respectivamente. Bolívia, Colômbia, Nicarágua, Guatemala e Costa Rica são também importantes produtores desse tipo de café (CARVALHO, 2010).

A cafeicultura orgânica no Brasil tem mantido taxas de crescimento próximas a 100% ao ano (CAIXETA e PEDINI, 2002) e ocupa uma área total de 13.000 há, com mais de 419 produtores (ORMOND et al., 2002). Entretanto, é preciso investir esforços na produção de café orgânico, aliando qualidade e sustentabilidade sócio-ambiental, garantindo, assim, competitividade nas exportações (MOREIRA et al., 2002).

2.2 Aspectos gerais do patossistema *Coffea arabica* – *Hemileia vastatrix*

A ferrugem do cafeeiro é causada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., espécie descrita por Berkeley para enquadrar a ferrugem encontrada em *Coffea arabica* L., em 1869, no antigo Ceilão, hoje Sri Lanka. O fungo pertence ao filo Basidiomycota, classe Urediniomycetes e ordem Uredinales.

As duas características que distinguem o gênero *Hemileia* são: hábito de penetração e esporulação através dos estômatos e uredósporos reniformes equinulados dorsalmente e lisos ventralmente (ZAMBOLIN et al., 1997).

H. vastatrix é um fungo biotrófico, que apresenta ciclo de vida incompleto, pois se desconhecem seus estádios de pínio e écio (BEDENDO, 1995). A fonte de inóculo é constituída de lesões em folhas infectadas, nas quais são produzidos uredósporos, que podem ser disseminados, principalmente, pela ação do vento, água (chuva e irrigação) e insetos.

A duração do ciclo de *H. vastatrix* no cafeeiro é extremamente importante e determina a importância econômica da doença numa determinada região. Assim, em locais onde as condições predisponentes são desfavoráveis à doença, o ciclo é longo, superior a 30 dias. Em outros locais, nos quais o ambiente favorece a doença, os ciclos são curtos, com 20 ou menos dias de duração. Entretanto, o ciclo médio tem duração de 25 a 30 dias, conforme a região e a época do ano (GODOY; BERGAMIN FILHO; SALGADO, 1997).

Os sintomas iniciais da doença podem ser observados na face abaxial das folhas, manifestando-se como pequenas manchas de coloração amarelo-pálida, que evoluem tornando-se de coloração amarelo-alaranjadas e com aspecto pulverulento, devido à presença dos uredósporos, característicos da doença. Na face adaxial das folhas observam-se manchas cloróticas, correspondentes às pústulas na face abaxial, que posteriormente necrosam (RESENDE; CASTRO, 1999; ZAMBOLIM et al., 1997,1999).

Os prejuízos causados por *Hemileia vastatrix*, no Brasil e nas regiões cafeeiras em que as condições climáticas são favoráveis à doença, atingem, em média, cerca de 35%, podendo chegar a mais de 50%. Os principais danos causados pela ferrugem são a queda precoce das folhas e a seca dos ramos que, em consequência, não produzem frutos no ano seguinte. As secas constantes dos ramos plagiotrópicos do cafeeiro reduzem a vida útil produtiva da lavoura, tornando-a, gradativamente, antieconômica (ZAMBOLIM; VALE, 2000). A queda na produção, entretanto, varia de região e, até mesmo, de uma lavoura para outra. Em 100% dos relatos sobre os danos causados pela ferrugem, há sempre correlação negativa entre a intensidade de ataque em um ano e a produção do ano seguinte, não havendo redução na produção no ano de ataque (JULIATTI; SILVA; JULIATTI, 2001).

Vários são os fatores relacionados ao ambiente, ao patógeno e ao hospedeiro que influenciam a incidência e a severidade da doença (CARVALHO; CHAULFOUN, 2000; CARVALHO; CUNHA; CHAULFOUN, 2002; POZZA, 2008).

Os fatores climáticos são os mais importantes entre os fatores do ambiente que influenciam as doenças de plantas e seu desenvolvimento epidêmico (AGRIOS, 2005; CAMPBELL; MADDEN, 1990). O fator mais importante, no caso de doenças fúngicas, é o molhamento foliar, produzido por orvalho, chuva e nevoeiro, tanto para a infecção quanto para a esporulação. A

chuva propicia não somente umidade para a germinação dos uredósporos, pois estes só germinam na presença de água líquida, mas também é fundamental para a dispersão dos mesmos (VALE; JESUS JÚNIOR; ZAMBOLIM, 2004).

Outro fator importante é a temperatura, que influencia a duração dos períodos de incubação e latente (KUSHALAPPA; MARTINS, 1980).

Em estudos da influência dos fatores climáticos sobre o desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro, realizados em Viçosa, MG, de 1986 a 1988, foi demonstrado que existe relação muito grande entre as condições de favorabilidade à infecção (temperaturas entre 20° e 25°C e presença de molhamento foliar) e a severidade da doença no campo. Assim, nos meses em que as condições climáticas foram favoráveis à infecção (de novembro a março), ocorreram os picos de severidade da doença (VALE; ZAMBOLIM; JESUS JÚNIOR, 2000b).

De acordo com Vale e Zambolim (1996), a germinação dos uredósporos nas folhas do cafeeiro não ocorre quando a temperatura for menor que 12°C e maior que 32°C. O número de horas de água livre na superfície foliar menor que oito desfavorece o processo de germinação e infecção do cafeeiro e, sob temperaturas iguais ou abaixo de 14°C e iguais ou acima de 30°C, não ocorre infecção do cafeeiro por *Hemileia vastatrix*.

A temperatura exerce efeito significativo sobre a infecção inicial e sobre o desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. Esse efeito pode ser evidenciado claramente sobre o período latente da doença, alterando-o de 19 a 60 dias, dependendo da prevalência de temperaturas altas, nos meses de verão ou de temperaturas baixas, nos meses de inverno, respectivamente (VALE; ZAMBOLIM; JESUS JÚNIOR, 2000a).

A luminosidade é outro fator climático que tem papel importante no desenvolvimento epidemiológico da doença. O efeito da luz pode tanto ter ação direta sobre a germinação dos uredósporos quanto atuar indiretamente em

relação às condições microclimáticas de umidade e temperatura (CARVALHO; CUNHA; CHAULFOUN, 2002). A ausência de luz direta favorece a germinação e a penetração dos uredósporos pelos estômatos da folha (ALMEIDA, 1986). A densidade alta de plantas por área pode vir a aumentar a severidade da doença e provocar modificações profundas no meio ambiente, alterando o microclima no dossel das plantas, influenciando indiretamente o efeito da luminosidade.

O fungo *Hemileia vastatrix* possui grande número de raças fisiológicas; cerca de 45 já foram catalogadas no mundo. No Brasil, já foram relatadas 15 raças, algumas ainda com identificação duvidosa, sendo a raça II a mais disseminada (MATIELLO; ALMEIDA, 2006). O patógeno ataca todas as variedades de café, porém, dentro do gênero *Coffea*, são observadas diferenças quanto à patogenicidade. A espécie *Coffea canephora* apresenta cultivares com resistência, enquanto a maioria das cultivares comerciais dentro da espécie *C. arabica* é suscetível à doença (CARVALHO; CHAULFOUN, 2000; CARVALHO; CUNHA; CHAULFOUN, 2002; ZAMBOLIM et al., 1997).

Capucho et al. (2009) relataram a ocorrência de um isolado de *Hemileia vastatrix*, designado de patótipo 001, coletado em lavoura comercial da cv. Oeiras, na região de Viçosa, MG. Além de infectar essa cultivar, que é derivada do cruzamento entre o Híbrido de Timor CIFC 832Q1 e a cv. Caturra Vermelho CIFC 10/1, infecta também a cv. Icatu Vermelho, derivada do cruzamento artificial entre *C. canephora* e *C. arabica*.

Há correlação positiva entre a incidência e a severidade da ferrugem do cafeeiro e a produção (SILVA-ACUNÃ; MAFFIA; ZAMBOLIM, 1999). O que, provavelmente, decorre, devido ao estresse da planta em função da carga pendente, é que esta fica debilitada com a posterior redução de sua resistência ao desenvolvimento do patógeno (GODOY; BERGAMIN FILHO; SALGADO, 1997; RENA et al., 1986; ZAMBOLIM, 2001; ZAMBOLIM et al., 2002).

Admite-se que a drenagem de fotossintetizados das folhas para os frutos seja uma das causas desse fenômeno. Uma vez que essa condição ocorra, outros fatores complementares, relacionados ao microclima, favorecem o desenvolvimento de epidemias da ferrugem (VALE; ZAMBOLIM, 1996; ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Matiello e Mansk (1984), estudando o efeito da carga pendente na evolução de *H. vastatrix*, constataram que a infecção foi de 60% de folhas de café afetadas, em plantas com cargas acima de 20 sacas beneficiadas por 1.000 pés; 50% para produção entre 10 a 20 sacas e de apenas 12% para produção de 5 a 10 sacas.

As deficiências minerais podem afetar, direta ou indiretamente, o metabolismo vegetal e, conseqüentemente, provocar alterações na suscetibilidade da planta ao ataque de patógenos (DATANOFF; ELMER; HUBER, 2009).

Zambolim e Ventura (1993) relatam que a mistura equilibrada de determinados elementos, aplicados em pulverização, possibilita o controle da ferrugem do cafeeiro, com aumento de até 62,8% na produção de café. Bettiol, Trach e Galvão (1998) verificaram que a utilização de biofertilizantes via foliar apresenta efeito fitossanitário de inibição da germinação dos uredósporos de *H. vastatrix*, sendo este efeito total na concentração de 1%.

Miranda (2007) observou que os biofertilizantes agrobio e supermagro com mato proporcionaram maior inibição na germinação dos esporos da ferrugem do cafeeiro, quando comparados a outros biofertilizantes. Segundo o autor, tal resultado pode ser explicado pelo maior teor de cobre encontrado nesses biofertilizantes. Verificaram-se também redução significativa no progresso da ferrugem e da cercosporiose e aumento da produtividade com a aplicação dos referidos biofertilizantes em cafeeiros orgânicos.

Apesar de existirem poucos estudos feitos em cafeeiros, relacionando-se o aumento ou a diminuição da tolerância das plantas à ferrugem com os teores

dos nutrientes nas folhas e através das adubações, é de se esperar que, com adubações desequilibradas ou insuficientes, os prejuízos causados pela ferrugem possam ser maiores, acentuando ainda mais a queda prematura das folhas, com diminuição da produção, principalmente nos anos de alta carga pendente.

Mais que a ação isolada de cada nutriente, o equilíbrio nutricional parece ser de suma importância para a sanidade vegetal, devido à complexidade dos efeitos antagônicos e/ou sinérgicos existentes entre os macro e os micronutrientes.

A consciência ecológica força, cada vez mais, a busca do controle de pragas e doenças de plantas com menor dano possível ao ambiente. Tudo indica que a nutrição mineral de plantas tem papel muito importante nesta tarefa (YAMADA, 1995).

2.3 Aspectos gerais do patossistema *Coffea arabica-Cercospora coffeicola*

A cercosporiose, ou mancha-de-olho-pardo, cujo agente etiológico é o fungo mitospórico *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke, é uma das doenças mais antigas do cafeeiro, nas Américas e no Brasil. As primeiras referências ao seu aparecimento datam de 1887 (CHAUFOUN, 1997). Atualmente, está amplamente disseminada no mundo cafeeicultor, recebendo várias denominações, como manchas-circulares, olho-de-pomba, chesparria, *mancha de hierro*, *mancha del fruto del café* e *brown eye spot* (ZAMBOLIM et al., 1997). A doença se torna severa em mudas em viveiro, provocando desfolha intensa, afetando o crescimento das mudas que se tornam raquíticas e inadequadas para o plantio. Tal situação ocorre se o substrato de formação de mudas for deficiente, desequilibrado em nutrientes e compactado. Outro fator agravante em viveiro é o crescimento das mudas a pleno sol.

A doença, no Brasil, em condições de campo, dependendo da região produtora de café, tem sido problema em lavouras mal conduzidas, onde há deficiência e falta de equilíbrio dos nutrientes e também em lavouras expostas ao sol no período da tarde e em lavouras formadas em solos arenosos ou compactados (CARVALHO; CHALFOUN, 2000; GODOY; BERGAMIN FILHO; SALGADO, 1997; ZAMBOLIM et al., 1997).

Fernández-Borrero, Mestre e López-Duquel (1966) relatam que o ataque de *Cercospora coffeicola* nos frutos constitui um fator economicamente importante para o cultivo do café em condições de livre exposição solar e ausência ou deficiência de fertilização, registrando perdas de 21,8% na produção.

O agente etiológico da cercosporiose, *Cercospora coffeicola*, esporula em ambas as faces da folha, formando os esporodóquios escuros, nos quais os conidióforos septados e cilíndricos são agrupados em fascículos mais ou menos compactos. Os conídios do patógeno são tipicamente hialinos, aciculares e multisseptados; originam-se na extremidade dos conidióforos, em condições de umidade relativa alta e temperatura entre 10°C e 25°C. A disseminação dos conídios ocorre, principalmente, por meio do vento, da água de chuva e de irrigação e dos insetos (POZZA, 2008; ZAMBOLIM et al., 1997).

O cafeeiro pode ser infectado em todas as fases do seu desenvolvimento. Nas folhas, observam-se manchas circulares com diâmetro de 0,5 cm a 0,8 cm, de coloração pardo-clara ou marrom-escura, com centro branco-acinzentado, envolvidas por anel amarelado na face superior, dando a ideia de um olho. No centro cinza das lesões, notam-se pontuações escuras que constituem as frutificações (esporodóquios) do patógeno. Uma lesão por folha de café é suficiente para causar sua queda, principalmente se a lesão estiver próxima à nervura (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Outro tipo de sintoma na folha consiste em manchas circulares de coloração pardo-escura, com anéis concêntricos, sem apresentar halo amarelo em torno da lesão e centro branco-acinzentado, sendo por alguns autores denominada de cercospora negra. Segundo Pozza (2008), esse tipo de sintoma tem ocorrido em regiões de cerrado, quando a irrigação é realizada via pivô central ou tripa, devido ao maior número de horas de molhamento foliar e também ao desequilíbrio nutricional, principalmente em relação ao cálcio e ao potássio, à presença de alumínio em grandes concentrações, aliado à bienalidade da cultura e a temperaturas favoráveis ao patógeno.

Nos frutos, as lesões aparecem com maior frequência quando estes estão na fase da granação. Na parte exposta ao sol, aparecem manchas pequenas, deprimidas, de coloração marrom ou negra, e se estendem no sentido polar do fruto. As manchas mais velhas apresentam-se com aspecto ressecado e escuro; nas partes afetadas, a polpa seca, ficando a casca aderente ao pergaminho, o que dificulta o despulpamento. Frutos atacados aceleram o processo de maturação, caindo antes da colheita e reduzindo a qualidade dos mesmos. Além do mais, a casca, ou pergaminho, tende a ficar aderida ao fruto, resultando em fermentação inapropriada. A doença também aumenta a quantidade de frutos quebrados e de conchas e reduz o peso dos grãos (POZZA, 2008).

As condições favoráveis para a ocorrência e o desenvolvimento da doença são umidade relativa alta e temperatura variando entre 10°C e 25°C, além de excesso de insolação ou maior luminosidade. Em cafezais expostos ao sol, quando ocorre período seco prolongado, durante a estação chuvosa, a enfermidade provoca grandes danos (ECHANDI, 1959). Plantas enfraquecidas por quaisquer causas são mais suscetíveis à infecção pelo fungo (CHALFOUN, 1997).

Em alguns trabalhos tem sido relatada a importância da nutrição equilibrada e a influência de determinados nutrientes na intensidade da

cercosporiose. Fernandez-Borrero e López-Duque (1971) relataram que a adubação nitrogenada diminui a intensidade da cercosporiose em plântulas e que os desequilíbrios da relação N/K favorecem o desenvolvimento da doença.

Pozza et al. (2001) verificaram que o aumento da nutrição nitrogenada controla a mancha-de-olho-pardo, enquanto doses excessivas de potássio em viveiro favorecem a doença. Segundo os autores, a nutrição nitrogenada reduz, mas não impede, a incidência da doença em mudas de cafeeiro.

Garcia Júnior et al. (2003) observaram redução linear da incidência de cercosporiose com aumento do teor de cálcio nas folhas. Resultados semelhantes foram observados por Pozza et al. (2007) que, em estudo sobre o efeito do tipo de substrato com e sem adubação suplementar na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, verificaram que as plantas do substrato com maior intensidade da doença continham, em sua parte aérea, menores teores de Ca quando comparadas às nos demais substratos.

O cálcio pode ser importante na resistência de plantas a doenças, devido ao seu papel na composição da parede celular, conferindo resistência por proteger os compostos pécticos da maceração por enzimas extracelulares produzidas por patógenos (ZAMBOLIM; VENTURA, 1993).

Outros fatores, como sistema de plantio adotado, sombreamento, espaçamento, ventos frios, tipo de solo e tipo de irrigação, também influenciam a incidência da cercosporiose (JULIATTI; SILVA; JULIATTI, 2001).

2.4 Progresso da ferrugem e da cercosporiose sob cultivo orgânico

Os estudos sobre o progresso da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro em sistema de cultivo orgânico ainda são escassos e controvertidos de acordo com a cultivar utilizada, o manejo adotado na cultura e as condições climáticas.

Na Costa Rica, Samayoa e Sanchez (2000) verificaram que não houve diferença significativa na incidência e na severidade da ferrugem entre sistema de cultivo orgânico e convencional. Já no caso da cercosporiose, observaram-se maiores incidência e severidade no cultivo convencional, comparado ao orgânico.

Martins, Mendes e Alvarenga (2004), avaliando a incidência de ferrugem e da cercosporiose em agroecossistema orgânico com as cultivares Catuaí Vermelho e Icatu Amarelo, verificaram que a incidência de ferrugem apresentou índices acima de 10%, no agroecossistema com Catuaí Vermelho e não atingiu nível de controle no agroecossistema com a cultivar Icatu Amarelo (menos de 1%). Com relação à cercosporiose, a infecção por *Cercospora coffeicola* em folhas chegou a atingir níveis acima de 32%, tanto em Catuaí Vermelho como em Icatu Amarelo.

Teixeira, Maffia e Mizubuti (2005) compararam a epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em lavouras orgânica sombreada, orgânica e convencional em Ervália, MG. Estes autores determinaram que a incidência máxima de ferrugem foi de 38,9%, 28,4% e 17,4% e da cercosporiose, 3,2%, 7,1% e 15,2%, respectivamente. A ferrugem tendeu a ser mais intensa em lavoura orgânica que em convencional, enquanto a cercosporiose teve tendência oposta.

Santos (2006) avaliou a epidemiologia de ferrugem e de cercosporiose na cultivar Acaíá MG 474-19, durante as safras 2003/2004 e 2004/2005, em cultivo orgânico e convencional. Este autor verificou que o progresso da ferrugem foi maior no sistema de produção orgânico, comparado ao progresso da doença no sistema convencional. A intensidade da cercosporiose nas folhas e nos frutos no sistema orgânico foi inferior ao observado no sistema convencional, que se mostrou menos eficiente em fornecer fósforo, cálcio e magnésio foliares que o sistema de produção orgânico. Miranda (2007),

avaliando a mesma cultivar, durante as safras 2004/2005 e 2005/2006, observou que não houve diferença significativa entre a área abaixo da curva de progresso da incidência e a severidade entre os dois sistemas, orgânico e convencional, no caso da ferrugem. Já no caso da cercosporiose, foi observado efeito significativo do sistema de cultivo na área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade, ao longo dos dois anos de avaliação, sendo estas superiores no cultivo convencional.

Botelho (2006), comparando a cercosporiose no sistema de cultivo orgânico com o convencional, verificou que não houve diferenças significativas tanto para a incidência como para a severidade. Tal resultado se explica por se tratar do primeiro ano de conversão para o sistema de produção orgânica e, com isso, haveria ainda muita influência do manejo convencional aplicado no ano anterior.

2.5 Manha manteigosa do cafeeiro

Essa doença foi relatada, pela primeira vez sobre *Coffea arabica* L., por Wellman, em 1957, na Costa Rica. Os sintomas foram originalmente descritos como manchas circulares medindo 2 a 6 mm de diâmetro, não necróticas, de coloração verde-clara em ambas as páginas das folhas, tendo sido atribuída à causa virótica sem, contudo, demonstrar sua transmissão (DORIZZOTTO, 1993). Vargas e Gonzalez (1972) demonstraram ser ocasionada por agente fúngico do gênero *Colletotrichum*.

No Brasil, Mansk e Matiello (1977) relataram sua ocorrência no estado do Espírito Santo, em lavouras de café Conilon, sendo observado ataque em folhas, frutos e ramos. Nas folhas novas, aparecem, inicialmente, manchas de cor verde-clara, com aspecto oleoso, menos brilhante comparado com a superfície da folha, medindo de 2 a 10 mm de diâmetro. No estágio mais

avançado, as manchas apresentam o centro necrótico e coalescem, causando a queda prematura das folhas. Nos frutos e ramos, aparecem lesões menores, com 2 a 3 mm de diâmetro, deprimidas, necróticas, de cor marrom-claro e bordas irregulares. Foram também observados sintomas em mudas, ainda no viveiro. Em isolamentos realizados de lesões novas de folhas, ramos e frutos foi detectada a presença de colônias típicas de *Colletotrichum* spp.

Orozco (2003) observou que a coloração das colônias de isolados de plantas com sintomas de mancha-manteigosa do Brasil são similares à dos isolados de *coffee berry disease*, ou CBD (*Colletotrichum kahawae*), na África. Entretanto, por meio de caracterização molecular, comparando isolados de CBD e de mancha-manteigosa, o autor concluiu que aqueles isolados de plantas com mancha-manteigosa se agruparam dentro do grupo *C. gloeosporioides*, sugerindo tratar-se de uma nova raça patogênica, a qual denominou de *C. gloeosporioides*, raça manteigosa.

Os cafeeiros atacados apresentam desfolha e seca progressiva dos ramos, da extremidade para a base. As brotações novas são novamente atacadas, podendo ocorrer a morte prematura das plantas, em menos de um ano de ataque. Os ataques mais intensos são observados nas folhas e nos ramos novos, em plantas adultas, durante a fase de maior crescimento vegetativo, de outubro a fevereiro (MANSK, 1990). A doença, que normalmente ocorre em plantas isoladas, pode causar acentuada desfolha. Também pode atacar os frutos, que apresentam pequenas lesões pardas, ocasionando sua queda. Algumas plantas apresentam níveis intermediários de ataque, restrito a poucas folhas, indicando um tipo de resistência (CARVALHO; CHAULFOUN, 2000; MATIELLO et al., 2002).

Em Minas Gerais, a doença foi constatada no município de Cristais, em 1990, causando manchas não necróticas em folhas e lesões em frutos (DORIZZOTO, 1993). Existem relatos da doença também nos estados de São

Paulo, Paraná e Espírito Santo, na espécie *Coffea arabica* e nos estados do Espírito Santo, Rondônia e Amazonas, na espécie *Coffea canephora* (COSTA; VENTURA; FERRÃO, 2003; FERREIRA et al., 2004).

Lins, Abreu e Alves (2007), em estudos histopatológicos por microscopia eletrônica de varredura, acompanharam os processos de pré e pós-penetração de diferentes isolados de *Colletotrichum* em plantas de cafeeiro obtidas por cultura de embrião. Os isolados de *C. gloeosporioides* utilizados foram obtidos de ramos e folhas de plantas com sintoma de mancha-manteigosa e de casca de manga com sintoma de antracnose. Utilizou-se também um isolado de *C. dematium* obtido de planta de cafeeiro sadia. A autora verificou que os conídios de todos os isolados aderiram mais frequentemente nas depressões de hipocótilos e células guardas, formando um septo antes da germinação e germinaram cinco horas após inoculação produzindo apressórios. Os isolados de *C. gloeosporioides* produziram células conidiogênicas 48 horas após inoculação e acérvulos após 72 horas. *C. dematium* e *C. acutatum* produziram acérvulos após 96 horas e 144 horas, respectivamente. *C. gloeosporioides* isolado de manga colonizou tecidos de plantas de cafeeiro, no entanto, sem produção de acérvulo.

Ferreira (2006), estudando os aspectos histopatológicos da mancha-manteigosa, verificou que ramos de cafeeiros com mancha-manteigosa, com sintomas de murcha e morte descendente, têm os vasos do xilema, floema e células do parênquima cortical colonizados por *C. gloeosporioides*. Os frutos com sintomas de mancha-manteigosa apresentam colonizações por *C. gloeosporioides* nos tecidos do exocarpo, do mesocarpo, do endocarpo e do endosperma. Os hipocótilos oriundos de plantas doentes têm córtex, xilema e floema colonizados por *C. gloeosporioides*. O mesmo autor realizou estudos epidemiológicos de dispersão espacial da doença, por meio de arranjos espaciais e da análise da dinâmica e estrutura de focos da doença com a cv. Catucaí

Vermelho. Verificou que os focos apresentaram disposição de forma elíptica e padrão espacial aleatório. Segundo o autor, tal fato indica que a mancha-manteigosa ocorre a partir de plantas isoladas (focos unitários) e, ainda, que tal característica se deve ao fato de que, neste patossistema, a principal via de transmissão é a semente. Pelos danos ocasionados, essa doença apresenta um risco potencial para a cafeicultura, caso este patógeno dissemine planta a planta, tendo em vista as dificuldades de controle.

2.6 Transmissão de *Colletotrichum* spp. por sementes e seu efeito na germinação e estabelecimento de plântulas

Os patógenos podem estar associados às sementes de diferentes maneiras, simplesmente acompanhando-as, em mistura com a massa de sementes, aderidos à sua superfície e carregados de forma passiva e transportados nos tecidos internos infectando as sementes. *Colletotrichum* spp. é transportado principalmente por esse terceiro tipo de associação. Na literatura, há relatos da transmissão de *Colletotrichum* spp., por sementes de diversas espécies vegetais, tais como leguminosas, poáceas, solanáceas, malváceas e outras espécies vegetais (BIANCHINI; MARINGONI; CARNEIRO, 2005; LENNÉ, 1992; PIZZINATTO; CIA; FUZZATTO, 1994; SANTOS; ZAMBOLIM; BATISTA, 1993; TANAKA; PIZZINATTO; SOAVE, 1996). Sendo assim, as sementes contaminadas ou infectadas são o principal veículo de disseminação desse patógeno, principalmente a longas distâncias (MACHADO, 1988; NEERGAARD, 1979; TALAMINI et al., 2001).

Dentre os fungos transmitidos por sementes de café, *Colletotrichum* spp. tem sido considerado como transmissível pelas sementes. Orozco et al. (2002a), avaliando frutos e sementes (endosperma e embrião) de café arábica das cultivares Catucaí Amarelo e Catucaí Vermelho, verificaram que a incidência de

Colletotrichum spp., nos frutos cereja, foi de 100% e 89%, respectivamente. Os mesmos autores verificaram que o fungo foi reisolado de todos os órgãos das plântulas, exceto folhas, provenientes de sementes, nas quais foi detectada a presença do fungo por meio de teste de sanidade (OROZCO et al., 2002b).

Orozco (2003) determinou alta incidência do fungo em frutos maduros e em semente. Segundo o autor, esses órgãos são importantes veículos de disseminação, sobrevivência e transmissão de *Colletotrichum* spp. em cafeeiro. O fungo é encontrado no endocarpo e na semente em porcentagens variáveis de acordo com a resistência da cultivar, podendo ser transmitido pela semente de café, como acontece com outros patossistemas. Esse fato chama a atenção para aqueles isolados que são patogênicos; por ser o inóculo primário, há colonização do fitopatígeno na planta. Esses resultados foram confirmados por Lins (2006) que, por meio de microscópio eletrônico de varredura (MEV), verificou que *Colletotrichum gloeosporioides* está presente nos tecidos de plântulas oriundas de sementes de plantas com mancha-manteigosa. A mesma autora relata que a germinação das sementes obtidas de plantas doentes é retardada em relação às sementes de plantas saudáveis e que estas dificilmente crescem para formar o estágio de palito de fósforo e plântulas.

Ferreira (2006) avaliou a transmissibilidade natural semente-planta da mancha manteigosa utilizando sementes de plantas doentes e plantas saudáveis da cultivar Catucaí, verificando que não houve diferenças significativas no percentual de germinação entre sementes de plantas doentes e de plantas saudáveis. Entretanto, com o desenvolvimento das plântulas, observou grande número de morte de hipocótilos de sementes de plantas com mancha-manteigosa, sendo que a incidência de *C. gloeosporioides* nos hipocótilos foi de 94,8, com severidade de 86,8%, enquanto sementes colhidas em plantas saudáveis apresentaram plântulas vigorosas e em pleno desenvolvimento.

O efeito de *Colletotrichum* spp. na germinação das sementes e no estabelecimento de plântulas tem sido relatado em outros patossistemas. No patossistema feijoeiro x *Colletotrichum lindemuthianum*, a utilização de sementes infectadas podem levar ao tombamento das plântulas e também a germinação e o estabelecimento de plantas doentes (MACHADO, 1988; MENTEM, 1991). Os fungos *Colletotrichum gossypii* e *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, causadores, respectivamente, da antracnose e da ramulose do algodoeiro, são transmitidos pela semente e causam tombamento de pré e pós-emergência com conseqüente redução do estande (PIZZINATO; TANAKA, 1996).

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Academic, 2005. 263 p.
- ALMEIDA, S. R. Doenças do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 391-399.
- ALVARENGA, M. I. N.; MARTINS, M.; PAULA, M. B. Manejo ecológico da propriedade cafeeira orgânica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 21-31, jan./abr. 2002.
- BEDENDO, I. P. Ferrugens. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**: princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1, cap. 48, p. 872-905.
- BETTIOL, W.; TRACH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 22 p. (EMBRAPA-CNPMA. Circular Técnica, 2).
- BIANCHINI, A. C.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005. p. 333-349.
- BOTELHO, A. O. B. **Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro na transição dos sistemas convencional para orgânico**. 2006. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- CAIXETA, I. Produção de café orgânico: alternativa para o desenvolvimento sustentado: o exemplo do Sul de Minas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Café**: produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 323-332.
- CAIXETA, I. F.; PEDINI, S. Comercialização do café orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 149-152, jan./abr. 2002.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introducion to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532 p.

CAPUCHO, A. S. et al. Herança da resistência do Híbrido de Timor UFV443-03 à ferrugem do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 279-282, mar. 2009.

CARVALHO, G. **Perspectivas para o mercado de café**. Disponível em: <http://www.temasemdebate.cnpm.embrapa.br/apresentacoes/051005_CAFE_glauco.pdf>. Acesso em: 7 maio 2010.

CARVALHO, V. L. de; CHAULFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro: diagnose e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 44 p. (Boletim Técnico, 58).

CARVALHO, V. L. de; CUNHA, R. L.; CHALFOUN, S. M. Manejo ecológico das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 101-114, jan./abr. 2002.

CHAUFUOM, S. M. **Doenças do cafeeiro: importância, identificação e métodos de controle**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 93 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira café safra 2010: primeira estimativa, jan./2010**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1_levantamento_2010.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2010.

COSTA, H.; VENTURA, J. A.; FERRÃO, M. A. G. Mancha manteigosa em café arábica na região serrana do estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: UFBA, 2003. 1 CD-ROM.

DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. **Mineral nutrition and plant disease**. Saint Paul: APS, 2009. 278 p.

DORIZZOTO, A. **Caracterização morfológica e patogenicidade de *Colletotrichum* sp associados a cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em dois municípios de Minas Gerais**. 1993. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1993.

ECHANDI, E. La chasparria de los cafetos causada por el hongo (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke). **Turrialba**, San José, v. 9, n. 2, p. 54-67, abr./jun. 1959.

FERNANDEZ-BORRERO, O.; LÓPEZ-DUQUE, S. Fertilization de plantulas de café y su relation com la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*, Berk y Cooke). **Cenicafé**, Caldas, v. 22, n. 4, p. 95-108, 1971.

FERNANDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A. M.; LÓPEZ-DUQUE, S. Efecto de la fertilization en la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en frutos de café. **Cenicafé**, Caldas, v. 17, n. 1, p. 5-16, 1966.

FERREIRA, J. B. **Aspectos histopatológicos, epidemiologia e controle da mancha manteigosa em *Coffea arabica* L.** 2006. 159 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FERREIRA, J. B. et al. Prejuízos ocasionados pela mancha manteigosa em cafeeiros (*Coffea arabica* L.). In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE CAFEICULTURA, 10.; SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFEIEIRA DO SUL DE MINAS, 5., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: NECAF, 2004. 1 CD-ROM.

GÁRCIA JÚNIOR, D. et al. Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 286-291, maio/jun. 2003.

GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, D.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doença das plantas cultivadas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, cap. 17, p. 184-200.

JULIATTI, F. C.; SILVA, S. de A.; JULIATTI, F. C. Problemas fitossanitários em culturas sob pivô central no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. In: ZAMBOLIN, L. **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto.** Viçosa, MG: UFV, 2001. cap. 6, p. 205-256.

KUSHALAPPA, A. C.; MARTINS, C. P. Incubation and generation periods for *Hemileia vastatrix* on coffee in Viçosa, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 177-183, fev. 1980.

LENNÉ, J. M. *Colletotrichum* diseases of legumes. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Ed.). **Colletotrichum: biology, pathology and control.** Wallingford: CAB International, 1992. p. 134-166.

LINS, S. R. de O. **Estudos histopatológicos da mancha manteigosa em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e comportamento de isolado sde *Colletotrichum* spp em plantas obtidas por cultura de embrião.** 2006. 117 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

LINS, S. R. de O.; ABREU, M. S.; ALVES, E. Estudos histopatológicos de *Colletotrichum* spp. em plântulas de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 488-495, nov./dez. 2007.

MACHADO, J. da C. **Patologia de sementes**: fundamentos e aplicações. Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 107 p.

MANSK, Z. Doenças do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16., 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Anais...** Espírito Santo do Pinhal: Faculdade de Agronomia e Zootecnia “Manoel Carlos Gonçalves”, 1999. p. 67-69.

MANSK, Z.; MATIELLO, J. B. Ocorrência de mancha manteigosa em café “Conilon” (*Coffea canephora*, Pierre) no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Guarapari: IBC/GERCA, 1977. p. 172-173.

MARTINS, M.; MENDES, A. N. G.; ALVARENGA, M. I. Incidência de pragas e doenças em agroecossistemas de café orgânico de agricultores familiares em Poço Fundo, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1306-1313, nov./dez. 2004.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. **A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle**. Varginha: MAPA/PROCAFÉ/EMBRAPA, 2006. 98 p.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: SARC/PROCAFÉ-SPC/DECAF, 2002. 92 p.

MATIELLO, J. B.; MANSK, Z. Estudo de esquemas de controle da ferrugem do cafeeiro em lavouras com alta, média e baixa produção, no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Resumos...** Londrina: UFL, 1984. p. 63-64.

MENTEM, J. O. M. Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1991. p. 321.

MIRANDA, J. C. **Doenças em cultivo orgânico do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**: epidemiologia e controle alternativo. 2007. 119 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MOREIRA, C. F. et al. Avaliação da qualidade do café orgânico produzido sob sombra frente a café orgânico produzido a pleno sol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2002. 1 CD-ROM.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: MacMillan, 1979. v. 1, 839 p.

ORMOND, J. G. P. et al. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, 2002.

OROZCO, M. E. **Caracterização morfológica, molecular, bioquímica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. associados ao cafeeiro em Minas Gerais e comparação com *Colletotrichum kahawae***. 2003. 147 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

OROZCO, M. E. et al. Incidência de *Colletotrichum* spp. em frutos cereja e sementes de café arábica (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7., 2002, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002a. p. 59.

_____. Transmissão de *Colletotrichum* spp., por sementes de café arábica (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7., 2002, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002b. p. 93.

PEDINI, S. Produção e certificação de café orgânico. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 333-360.

PIZZINATTO, M. A.; CIA, E.; FUZZATTO, M. G. Relação entre a severidade da ramulose do algodoeiro em condições de campo e a presença de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* nas sementes produzidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 50-54, 1994.

PIZZINATO, M. A.; TANAKA, M. A. de. Método para identificação de *Colletotrichum gossypii* e *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em sementes de algodoeiro baseado no hábito de crescimento: II., avaliação em casa de vegetação. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 22, n. 2, p. 122-127, 1996.

POZZA, A. A. A. et al. Efeito do tipo de substrato e da presença de adubação suplementar sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral, custo de produção e intensidade de cercosporiose em mudas de cafeeiro formadas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 687-692, mar./abr. 2007.

_____. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 53-60, jan. 2001.

POZZA, E. A. A importância das doenças foliares do cafeeiro. In: _____. **Manejo fitossanitário da cultura do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 2008. p. 81-94.

RENA, A. B. et al. **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. 447 p.

RESENDE, M. L. V.; CASTRO, H. A. de. **Manejo de doenças de plantas**: manejo de doenças fúngicas. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 65 p.

RICCI, M. dos S. F.; FERNANDES, M. do C. de A.; CASTRO, C. M. de. **Cultivo orgânico do café**: recomendações técnicas. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

SAMAYOA, J. O. J.; SANCHEZ, V. G. Enfermedades foliares en café orgânico y convencional. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, n. 58, p. 9-19, 2000.

SANTOS, F. da S. **Epidemiologia e manejo de doenças do cafeeiro (*Coffea arabica*) sob cultivo orgânico**. 2006. 146 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SANTOS, G. R. dos; ZAMBOLIM, L.; BATISTA, V. Transmissão de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* por sementes do algodoeiro em função do período de inoculação das plantas. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 19, n. 3/4, p. 177-180, 1993.

SILVA-ACUNÃ, R.; MAFFIA, L. A.; ZAMBOLIM, L. Incidence-severity relationships in the pathosystem *Coffea Arabica*-*Hemileia vastarix*. **Plant Disease**, v. 83, n. 2, p. 186-188, Apr. 1999.

TALAMINI, V. et al. Epidemiologia de doenças associadas a *Colletotrichum* spp. transmitidas por sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 2, p. 219-248, 2001.

TANAKA, M. A. de S.; PIZZINATTO, M. A.; SOAVE, J. S. Método para identificação de *Colletotrichum gossypii* e *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em sementes de algodoeiro baseado no hábito de crescimento: I., avaliação em laboratório. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 22, n. 2, p. 116-112, 1996.

TEIXEIRA, H.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. Progresso de doenças em sistemas convencional e orgânicos de produção de café. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 146-147, ago. 2005. Suplemento.

VALE, F. X. R. do; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfill, 2004. 513 p.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. Influência da temperatura e da umidade nas epidemias de doenças de plantas. In: LUZ, W. C. **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: UFP, 1996. p. 149-207.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C. de. Efeito da temperatura no período latente de *Hemileia vastatrix* Berk & Br., agente causal da ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Poços de Caldas: Prócafé, 2000a. p. 175-178.

_____. Efeito de fatores climáticos na ocorrência e no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Poços de Caldas: Prócafé, 2000b. p. 171-174.

VARGAS, G. E.; GONZALES, U. L. C. La mancha mantecosa del café causada por *Colletotrichum* spp. **Turrialba**, San José, v. 22, n. 2, p. 129-135, abr./jun. 1972.

YAMADA, T. **A nutrição mineral e a resistência das plantas às doenças**. Piracicaba: POTAFÓS, 1995. 3 p.

ZAMBOLIM, L. Manejo integrado das doenças bióticas e abióticas do cafeeiro. In: REUNIÃO INTINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 4., 2001, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Instituto Biológico, 2001. p. 11-24.

ZAMBOLIM, L. et al. Controle de doenças. doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. v. 1, cap. 2, p. 83-180.

_____. Epidemiologia e controle integrado da ferrugem do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 369-450.

_____. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 134-215.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do. Perdas na produtividade e qualidade do cafeeiro causadas por doenças bióticas e abióticas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 83-179.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças as plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, cap. 19, p. 165-180.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. In: LUZ, W. C. **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: UPF, 1993. p. 275-309.

CAPÍTULO 2

Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico

RESUMO

Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a incidência e a severidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro bem como a produtividade, o índice de área foliar e os aspectos nutricionais, nas cultivares Catuaí Amarelo IAC 62, Acaíá Cerrado MG1474, Icatu Vermelho IAC 2942IAC, Catuaí Vermelho IAC 44 e Rubi MG 1192, sob cultivo orgânico. O experimento foi conduzido em uma lavoura orgânica localizada no município de Machado, MG, nos anos de 2007 e 2008. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As avaliações da incidência e severidade foram realizadas em intervalos de 30 dias, observando-se 12 folhas por planta, localizadas no 3° ou no 4° par de folhas do ramo, no terço médio da planta, em cada 6 plantas da parcela. Os índices médios de incidência, severidade e índice de área foliar observados foram transformados em área abaixo da curva do progresso da incidência (AACPI), área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e área abaixo da curva de progresso do índice de área foliar. Observou-se diferença significativa na AACPI e AACPS da ferrugem entre as cultivares, nos dois períodos de avaliação. No primeiro período de avaliação, AACPI e AACPS foram maiores nas cultivares Icatu Vermelho IAC 2942IAC 2942 e Catuaí Vermelho IAC 44. No segundo período de avaliação, a AACPI foi menor apenas na cultivar Acaíá Cerrado MG 1474, não tendo as demais cultivares diferido entre si. Entretanto, a AACPS foi maior na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942. Quanto à cercosporiose, tanto a AACPI quanto a AACPS foi maior nas cultivares Acaíá Cerrado MG 1474 e Catuaí Amarelo IAC 62, seguidas das cultivares Catuaí Vermelho IAC 44 e Rubi MG 1192. Na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942, tanto a incidência como a severidade foram menores. A incidência e a severidade de cercosporiose nos frutos foram maiores nas cultivares Acaíá Cerrado MG 1474 e Catuaí Amarelo IAC 62, no primeiro período de avaliação. Já no segundo período de avaliação, a severidade foi maior nas cultivares Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 44. Houve redução significativa na produção da cultivar Acaíá Cerrado MG 1474. O IAF foi menor em Icatu Vermelho IAC 2942 e Acaíá Cerrado

MG 1474. O teor foliar de Cu e Zn foi alto e o de Mn deficiente durante o período de avaliação.

Palavras-chave: Incidência. Severidade. *Cercospora coffeicola*. *Hemileia vastatrix*.

ABSTRACT

The objective was evaluate the incidence and severity of rust and gray leaf spot of coffee as well as productivity, leaf area index and nutritional aspects in Catuaí Amarelo IAC 62, the Acaiá Cerrado MG 1474, Icatu Vermelho IAC 2942, Catuaí Vermelho IAC 44 e Rubi MG 1192 under organic cultivation. The experiment was conducted in an organic farming, located in the municipality of Machado/MG, in the years 2007 and 2008. The experimental design was randomized blocks with four replications. The incidence and severity assessments were done every 30 days observing 12 leaves per plant, located on the 3rd or 4th pair of leaves of the branch, the middle third of the plant, six plants in each plot. The average rates of incidence, severity and leaf area index were transformed into area under the curve of incidence progress (AUCPI), area under the curve severity progress (AUCPS) and area under the progress curve area index leaf (AUCPIAF). The average rates of incidence and severity were transformed into AUIPC and AUSPC. Were observed significant differences in AUIPC and AUSPC rust among cultivars in both periods. In the first period of evaluation and AUIPC and AUSPC was higher in cultivars Icatu Vermelho IAC 2942 e Catuaí Vermelho IAC 44. The second evaluation period, AUIPC was lower only in Acaiá Cerrado MG 1474, and the other cultivars did not differ. However, AUSPC was higher for Icatu Vermelho IAC 2942 cultivar. The gray leaf spot, for both as AUIPC and AUSPC was higher in the cultivars Acaiá Cerrado MG 1474 and Catuaí Amarelo IAC 62, followed by Catuaí Vermelho IAC 44 and Rubi MG 1192. In the cultivar Icatu Vermelho IAC 2942 both the incidence and severity were lower. The incidence and severity of gray leaf spot in the fruits was higher in cultivars Acaiá Cerrado MG 1474 and Catuaí Amarelo IAC 62 in the first evaluation period. In the second evaluation period, the severity was higher in Catuaí Amarelo IAC 62 and Catuaí Vermelho IAC 44. A significant reduction in the production of Acaiá Cerrado MG 1474. The LAI was lower in Icatu Vermelho IAC 2942 and Acaiá Cerrado MG 1474. The leaf content of Cu and Zn was high and the Mn was deficient during the evaluation period.

Keywords: Incidence. Severity. *Cercospora coffeicola*. *Hemileia vastarix*.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, é crescente a expectativa sobre o mercado de cafês especiais, dentre os quais, o café orgânico. Esse nicho de mercado, embora ainda pequeno, cresce anualmente a uma taxa de cerca de 10% (RICCI; FERNANDES; CASTRO, 2002).

O crescimento do mercado de produtos orgânicos, no contexto mundial, deve-se à maior conscientização dos consumidores, que buscam ter hábitos alimentares mais saudáveis, incluindo alimentos livres de resíduos químicos decorrentes da aplicação abusiva de agrotóxicos e também às questões de caráter ambiental e social.

Minas Gerais é o estado pioneiro na produção nacional de café orgânico, onde se concentra o maior número de produtores. Entretanto, a produção ainda é baixa, sendo o Brasil responsável por cerca de 2% da exportação mundial.

Vários são os fatores que limitam a produção do cafeeiro. Entre eles estão as doenças que atacam a parte aérea, principalmente a ferrugem e a cercosporiose, que são responsáveis por perdas na produção em torno de 40% e 30%, respectivamente, além de afetar a qualidade da bebida (POZZA, 2008; ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Entre os vários fatores que determinam a intensidade das referidas doenças no cafeeiro estão a virulência do patógeno, as variedades utilizadas, a densidade de plantio, o grau de enfolhamento, a carga pendente, o estado nutricional das plantas, o tipo de manejo adotado e os fatores ligados ao ambiente, principalmente temperatura, precipitação pluviométrica e molhamento foliar (JULIATTI; SILVA; JULIATTI, 2001; ZAMBOLIM; VALE, 2000).

Na cafeicultura orgânica, existem poucos estudos sobre a quantificação de doenças e seus reflexos na produção do cafeeiro. Martins, Mendes e Alvenga (2004) registraram incidência de ferrugem superior a 10% e de

cercosporiose acima de 59% em sistema orgânico, mas não mencionam o efeito das doenças na produtividade das lavouras avaliadas. Teixeira, Maffia e Mizubuti (2005) observaram maior incidência de ferrugem em lavoura orgânica comparada à convencional, 35% e 17%, respectivamente, enquanto a cercosporiose foi maior na lavoura convencional (15%), comparada à orgânica (3%). Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2006), por dois anos consecutivos. A referida autora verificou também que o impacto das doenças sobre a produtividade do sistema orgânico é menor comparado ao sistema convencional. Miranda (2007) verificou que não houve diferença significativa da incidência da ferrugem entre o sistema de produção orgânico e o convencional, por dois anos consecutivos. Já com relação à cercosporiose, observou-se maior intensidade da doença no sistema convencional, com incidência máxima de 22,41% em 2005 e 21,17% em 2006. No sistema de cultivo orgânico, essa variável teve valores menores, equivalentes a 14,41%, no primeiro ano e 13,5%, no segundo ano.

Estudos sobre o monitoramento e a quantificação de doenças em cultivo orgânico e sua relação com condições climáticas e nutrição do cafeeiro podem oferecer informações importante para o manejo adequado dessas doenças.

Existem poucos estudos realizados com relação ao comportamento de diferentes cultivares sob cultivo orgânico e intensidade de doenças. Nesse contexto, objetivou-se, com a realização do presente trabalho, avaliar comparativamente a incidência e a severidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro em diferentes cultivares sob cultivo orgânico, correlacionando com as variáveis ambientais, padrão vegetativo, produtividade e concentração de macro e micronutrientes nas folhas dos cafeeiros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma lavoura de café orgânico, com cinco anos de idade, com as cultivares Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Vermelho IAC 44, Acaiá Cerrado MG 1474, Rubi MG 1192 e Icatu Vermelho IAC 2942, plantadas em espaçamento de 3,00 x 0,80 m e consorciadas com bananeira e urucum. A área experimental está localizada a 899 m de altitude, latitude sul de 21,70° e longitude oeste 45,89°, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas Gerais, campus Machado, em Machado, MG.

O experimento foi conduzido de fevereiro de 2007 a junho de 2008. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições e cinco cultivares. A parcela experimental foi constituída de dez plantas, sendo avaliadas as seis plantas centrais de cada parcela.

Durante a condução do experimento, a lavoura recebeu os tratos culturais de acordo com seu sistema de manejo, que obedece às normas técnicas de produção orgânica do Instituto Biodinâmico (IBD) (Tabela 1).

Tabela 1 Manejo da adubação e da pulverização de diferentes cultivares de cafeeiro sob sistema de produção orgânico, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.

Ano	Fontes nutricionais	Pulverizações
2007	Composto orgânico + palha de café Rocksil (jan., fev., dez.) Super Magro (mar., maio, jul., set. e nov.)	Calda bordalesa 1% (jan., mar. e jul.) Calda Viçosa (maio, out. e dez.)
2008	Composto orgânico + palha de café Rocksil (jan. e fev.) Super Magro (mar. e maio)	Calda bordalesa 1% (jan., mar.) Calda Viçosa (maio)

2.1 Avaliação da intensidade das doenças em folhas

Foram realizadas avaliações, a cada 30 dias, da incidência e da severidade da ferrugem e da cercosporiose, em 12 folhas por planta, ao acaso, do 3º ao 4º par de folhas do terço médio das plantas, em ramos plagiotrópicos. Foram avaliados três ramos de cada lado da planta, escolhidos aleatoriamente, em amostragem não destrutiva.

A incidência foi determinada pela porcentagem do número de folhas com lesão de ferrugem e cercosporiose na unidade experimental. Para a avaliação da severidade da ferrugem e da cercosporiose, foram utilizadas escalas diagramáticas de Cunha et al. (2001) e Oliveira et al. (2001), respectivamente.

Os índices médios de incidência e severidade, da ferrugem e da cercosporiose, foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPI) e área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS), determinada pela equação proposta por Shaner e Finney (1977). O cálculo de AACPI e AACPS foi realizado para dois períodos, sendo o primeiro correspondente às avaliações realizadas de fevereiro/2007 a outubro/2007 e o segundo de outubro/2007 a junho/2008.

2.2 Avaliação da intensidade da cercosporiose em frutos

Foram avaliadas a incidência e a severidade da cercosporiose em frutos, quando esses se encontravam no estágio próximo à maturidade fisiológica, correspondendo ao fruto cereja.

Foram coletados duzentos frutos por unidade experimental em cada lado da linha de plantio, no terço médio das plantas.

A incidência foi determinada pela porcentagem de frutos lesionados na parcela experimental. Para a determinação da severidade foi utilizada escala de

notas, representando a porcentagem de área do fruto lesionada: 0 (fruto sem sintoma), 1 (1% a 25% da área do fruto lesionada), 2 (26% a 50%), 3 (mais de 50%) (BOLDINI, 2001).

2.3 Avaliação do padrão vegetativo e da produção dos cafeeiros

O padrão vegetativo das cultivares dos cafeeiros foi realizado por meio do analisador de dossel das plantas (Lai-2000 – Plant Canopy Analyser), estimando o índice de área foliar (IAF) dos cafeeiros, mensalmente, entre os meses de março de 2007 a junho de 2008. A amostragem foi realizada na linha útil utilizada na avaliação da intensidade das doenças e em quatro diferentes pontos da unidade experimental.

Os índices médios da estimativa do índice de área foliar (IAF) foram transformados em área abaixo da curva de progresso do índice de área foliar (AACPIAF), determinado pela equação proposta por Shaner e Finney (1977). O cálculo da AACPIAF foi realizado para dois períodos, sendo o primeiro correspondente às avaliações realizadas de março/2007 a outubro/2007 e o segundo de novembro/2007 a junho/2008. Os resultados obtidos foram comparados entre as cultivares e relacionados ao índice de doença e à produção.

A produção dos cafeeiros correspondente às safras 2006/2007 e 2007/2008 foi determinada a partir do peso dos grãos em cada unidade experimental e a produtividade estimada em sacas beneficiadas por hectare. A produtividade foi comparada entre as cultivares e relacionada com o progresso das doenças.

2.4 Avaliação do estado nutricional

Foram coletadas folhas dos cafeeiros na fase próxima à de maturação dos frutos, nas mesmas plantas em que foram avaliadas as doenças, com a finalidade de identificar possíveis efeitos da nutrição com a intensidade das doenças.

A amostragem foi feita no 3º par de folhas na altura média da copa, nos dois lados das plantas. Após a coleta, as folhas foram lavadas em água destilada, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa, a 60°C, até atingirem peso constante.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA, para análise dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn), seguindo metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

2.5 Variáveis ambientais

As variáveis ambientais foram obtidas da Estação Climatológica da Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais de Machado (Epamig/Machado). Foram obtidos dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação. Os dados foram relacionados com a curva de progresso das doenças.

2.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial de 2 x 5. Os fatores e seus níveis que

constituíram o fatorial foram: cinco cultivares de cafeeiro (Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Vermelho IAC 44, Acaiá Cerrado MG 1474, Rubi MG 1192 e Icatu Vermelho IAC 2942) e dois períodos de avaliação, correspondentes aos anos de 2007 e 2008.

Para análise de variância, os percentuais de incidência, severidade e índice de área foliar foram transformados em área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI), área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e área abaixo da curva de progresso do índice de área foliar (AACPIAF).

Os valores de incidência e severidade da cercosporiose nos frutos, produtividade e teor foliar de nutrientes nas folhas também foram submetidos à análise de variância.

A análise estatística do experimento foi realizada utilizando o programa estatístico SISVAR, versão 4.8 (FERREIRA, 2008), do qual foi obtida análise de variância. As variáveis significativas no teste F foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Progresso da ferrugem em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico

Observou-se interação significativa entre as áreas abaixo das curvas de progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) da ferrugem do cafeeiro e as cultivares, nos dois períodos de avaliação, correspondentes aos meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2007, primeiro período e de outubro de 2007 a junho de 2008, segundo período (Tabela 1, ANEXO A).

As curvas de progresso da incidência da ferrugem alcançaram valores máximos nos meses de maio, junho e julho, de acordo com a cultivar analisada (Figura 1).

No primeiro período de avaliação, fevereiro de 2007 a outubro de 2007, observou-se incidência máxima ($y_{\text{máximo}}$) de ferrugem, no mês de maio, para as cultivares Catuaí Amarelo IAC 62 (35,34%) e Acaiá Cerrado MG 1474 (52,65%), no mês de junho, para a cultivar Icatu Vermelho IAC 2942 (72,22%) e no mês de julho para Catuaí Vermelho IAC 44 (55,20%) e Rubi MG 1192 (29,39%).

No segundo período de avaliação, de outubro de 2007 a junho de 2008, as curvas de progresso da incidências iniciaram-se em dezembro e janeiro, alcançando valores máximos ($y_{\text{máximo}}$) no mês de junho, exceto para a cultivar Icatu Vermelho IAC 2942, que apresentou valor máximo de incidência de ferrugem no mês de maio (82,64%). Nesse período, os valores máximos de incidência foram de 73,61%, 59,72%, 61,81% e 43,50% para as cultivares Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Vermelho IAC 44, Rubi MG 1192 e Acaiá Cerrado MG 1474, respectivamente (Figura 1).

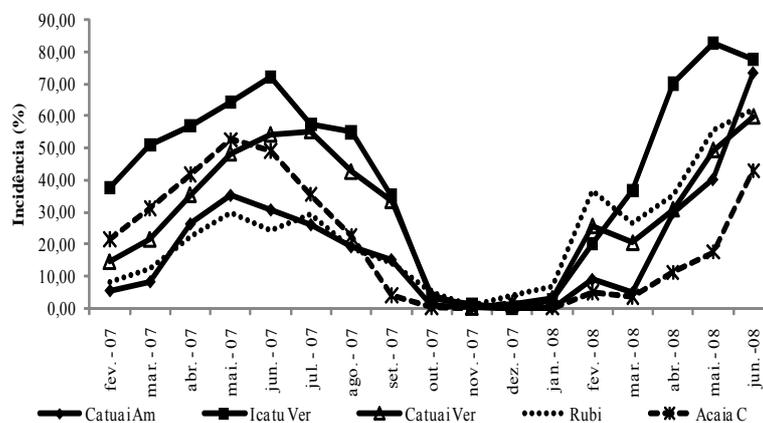


Figura 1 Curva de progresso da incidência de ferrugem em cultivares de cafeeiro sob sistema de cultivo orgânico, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.

A curva de progresso da severidade de ferrugem (Figura 2) apresentou o mesmo comportamento verificado para a incidência (Figura 1), mas, apesar de terem sido constatados valores elevados de incidência de ferrugem, nos dois períodos de avaliação, a severidade não ultrapassou 4,5%, mesmo com incidência máxima de 82,64%, verificada na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942, em de maio de 2008.

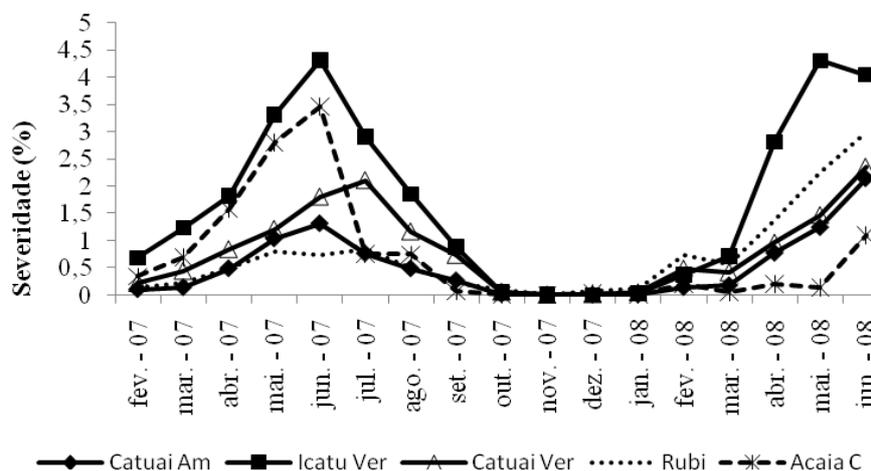


Figura 2 Curva de progresso da severidade da ferrugem em cultivares de cafeeiro sob sistema de cultivo orgânico, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.

Pelos dados da Tabela 2, observa-se que as cultivares Icatu Vermelho IAC 2942 e Catuai Vermelho IAC 44 apresentaram valores de área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) maiores que as cultivares Rubi MG 1192, Catuai Amarelo IAC 62 e Acaia Cerrado MG 1474, no primeiro período de avaliação. No segundo período de avaliação, apenas a cultivar Acaia Cerrado MG 1474 apresentou área abaixo da curva de progresso da incidência menor que as demais cultivares, que não diferiram entre si. A AACPI foi maior no primeiro período de avaliação (fevereiro/2007 a outubro/2007) nas cultivares Acaia Cerrado MG 1474, Catuai Vermelho IAC 44 e Icatu Vermelho IAC 2942.

Tabela 2 Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) da ferrugem em cultivares de cafeeiro sob sistema de produção orgânico, no período de 2007/2008.

Cultivares	AACPI	
	2007	2008
Rubi MG 1192	4730Aa	5979Ab
Catuai Amarelo IAC 62	4935Aa	3781Ab
Acaiá Cerrado MG 1474	7431Ba	1842Aa
Catuai Vermelho IAC 44	8998 Bb	4894Ab
Icatu Vermelho IAC 2942	12367Bb	7607Ab
Média	7692	4821

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Dados transformados $\sqrt{y+1}$.

Observa-se, pelos dados da Tabela 3, que a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) foi maior para a cultivar Icatu Vermelho IAC 2942 no primeiro período de avaliação, seguida pelas cultivares Acaiá Cerrado MG 1474 e Catuai Vermelho IAC 44, que não diferiram entre si. As cultivares Rubi MG 1192 e Catuai Amarelo IAC 62 apresentaram menor AACPS. No segundo período de avaliação, as cultivares Icatu Vermelho IAC 2942 e Rubi MG 1192 apresentaram severidade maior que as demais. Houve diferença significativa entre os períodos de avaliação, tendo a cultivar Acaiá Cerrado MG 1474 apresentado maior AACPS no primeiro período.

Tabela 3 Área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da ferrugem em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, no período de 2007/2008.

Cultivares	AACPS	
	2007	2008
Rubi MG 1192	118Aa	199Ab
Catuai Amarelo IAC 62	136Aa	102Aa
Catuai Vermelho IAC 44	253Ab	138Aa
Acaia Cerrado MG 1474	308Bb	35Aa
Icatu Vermelho IAC 2942	501Ac	309Ab
Média	263,14	156,45

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Dados transformados $\sqrt{y+1}$.

A variedade/linhagem de cafeeiro cultivada reflete a constituição genética das plantas, as quais podem apresentar diferentes níveis de tolerância ou resistência à ferrugem. Diferenças de comportamento podem ser observadas mesmo entre variedades suscetíveis (MATIELLO; ALMEIDA, 2006).

No presente trabalho, das cultivares avaliadas, apenas 'Icatu Vermelho IAC 2942' é classificada como resistente ao agente etiológico da ferrugem *Hemileia vastatrix*. Entretanto, a maioria das linhagens de Icatu tem apresentado, atualmente, elevada infecção pela ferrugem (MATIELLO; ALMEIDA, 2006). De acordo com Fazuoli et al. (2002), o menor índice de resistência à ferrugem em Icatu Vermelho está relacionado ao surgimento de novas raças de *Hemileia vastatrix*.

Capucho et al. (2009) relatam que um isolado de *Hemileia vastatrix*, denominado de patótipo 001, coletado de lesão monopustulare, em lavoura comercial da cv. Oeiras, na região de Viçosa, MG, foi também capaz de infectar a cultivar Icatu Vermelho (cruzamento entre *Coffea canephora* e *Coffea arabica*) resistente à raça II de *H. vastatrix*, sendo possível que o patótipo 001

represente uma nova raça. Este fato pode explicar a maior severidade de ferrugem na cultivar Icatu Vermelho.

Vários autores têm relatado maior intensidade de ferrugem em diferentes cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico. Martins, Mendes e Alvarenga (2004) observaram incidência de ferrugem de 70% para a cultivar Catuaí Vermelho. Teixeira, Maffia e Mizubuti (2005) registraram incidência máxima de 28,4%. Santos et al. (2008) verificaram incidência máxima de 47% em Acaia IAC 474-19. A maior intensidade de ferrugem tem sido relacionada com a carga pendente dos frutos e com as variáveis ambientais, principalmente a temperatura e o molhamento foliar produzido pelo orvalho, pela chuva e pelo nevoeiro. A chuva propicia não somente umidade para a germinação dos uredósporos, pois estes só germinam na presença de água líquida, mas também é fundamental para a dispersão dos mesmos (VALE; JESUS JÚNIOR; ZAMBOLIM, 2004).

A importância da temperatura é que ela influencia a duração dos períodos de incubação e latente da doença (AGRIOS, 2005; KUSHALAPPA; MARTINS, 1980). A menor ou a maior duração do período latente têm repercussão direta no número de ciclos de reprodução do patógeno e, conseqüentemente, na intensidade da doença (AGRIOS, 2005).

Observa-se, pelos gráficos da Figura 3, que, durante os períodos de avaliação do experimento, registraram-se temperaturas médias em torno de 22°C e precipitação média de 258 mm, no período chuvoso, o que, aparentemente, favoreceu a alta intensidade da doença, nos dois períodos de avaliação. Zambolim et al. (2002) relatam que existe relação entre as condições favoráveis à infecção (temperaturas entre 20° a 25°C e a presença de molhamento foliar) e a severidade da doença. Assim, nos meses em que as condições climáticas são favoráveis à infecção ocorrem os picos de severidade.

No presente estudo, verificou-se maior severidade da ferrugem no primeiro período de avaliação, tendo ocorrido picos de severidade no mês de

março, para a maioria das cultivares, exceto Catuaí Amarelo IAC 62 (Figura 2). Esse aumento na severidade no mês de março pode estar relacionado com a alta precipitação no mês de janeiro (Figura 3).

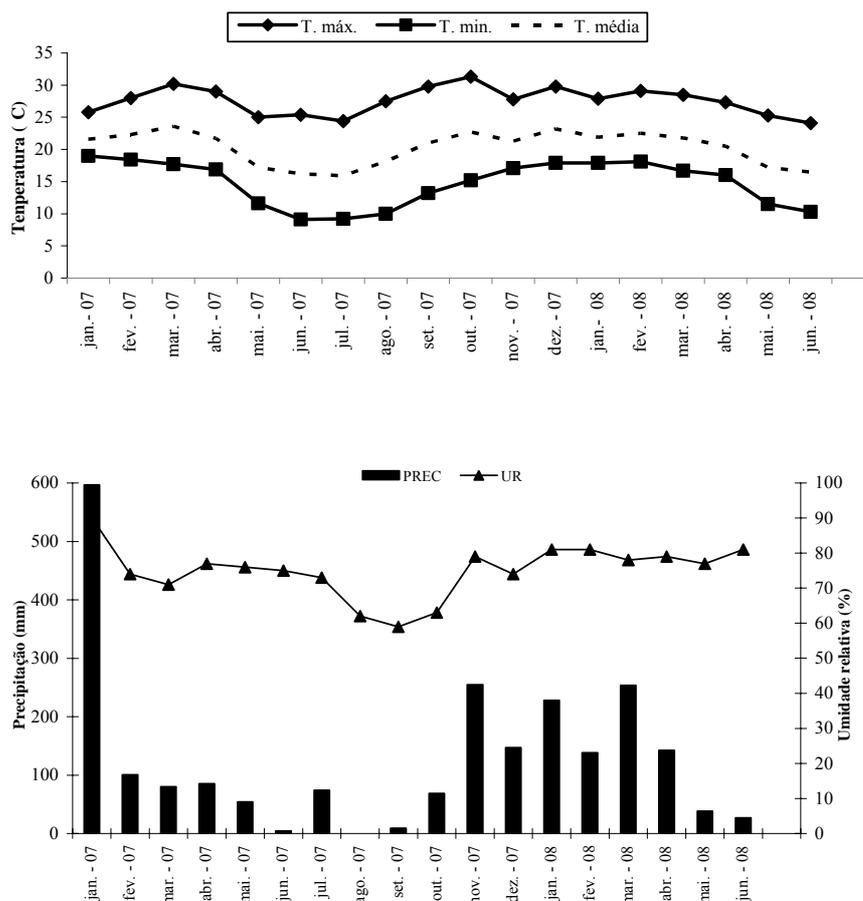


Figura 3 Temperatura máxima (T Ma.), média (T Me.) e mínima (T Mi.), precipitação pluviométrica e umidade relativa, no período de janeiro de 2007 a junho de 2008.

Verifica-se, pelos dados da Tabela 2, ANEXO A, que houve interação significativa entre as cultivares e o ano de produção para o parâmetro produtividade.

A maior produção dos cafeeiros, no primeiro período de avaliação, é outro fator que pode ter contribuído para a maior intensidade da doença, principalmente no caso da cultivar Acaia Cerrado MG 1474, que apresentou diferença significativa de produção entre os períodos de avaliação, com redução de 85,14% na produção no segundo período de avaliação (Tabela 4). Maiores incidência e severidade da ferrugem em anos de alta produção, provavelmente, decorrem do estresse causado na planta pela carga pendente, debilitando-a e reduzindo sua resistência ao desenvolvimento do patógeno (MATIELLO; MANSK, 1984; RENA et al., 1986; ZAMBOLIM, 2001; ZAMBOLIM et al., 1997; ZAMBOLIM; VALE, 2000; ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Tabela 4 Produtividade de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, em sacas por hectare, nas safras 2007 e 2008.

Cultivares	Produtividade saca/ha	
	2007	2008
Icatu Vermelho IAC 2942	13,18Aa	9,83Ab
Catuaí Vermelho IAC 44	18,66Aa	14,47Aa
Rubi MG 1192	17,26Aa	19,68Aa
Catuaí Amarelo IAC 62	23,48Aa	24,02Aa
Acaia Cerrado MG 1474	29,62Aa	4,40Bb
Média	20,44	14,50

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Dados transformados $\sqrt{y+1}$.

Observa-se, pela curva de progresso do índice de área foliar, que houve decréscimo do índice de área foliar, no primeiro período de avaliação, a partir de abril até outubro. Em novembro, com o início da estação chuvosa, ele volta a

aumentar, até abril, quando o cafeeiro completa sua recomposição foliar (Figura 4).

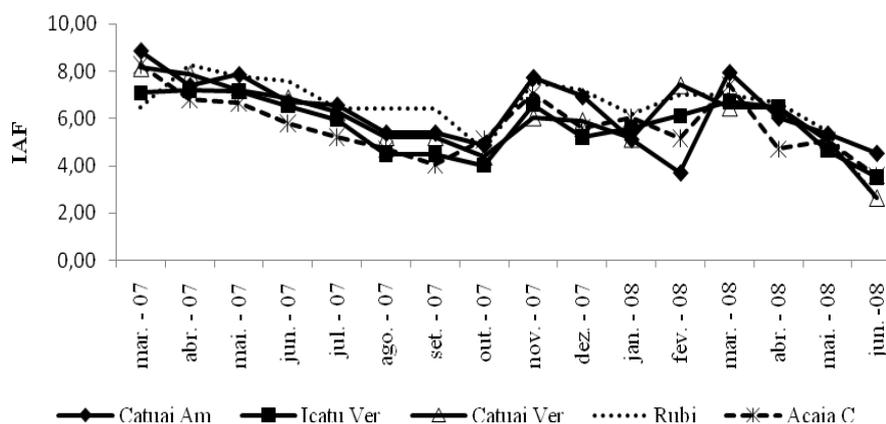


Figura 4 Curva do índice de área foliar de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, no período de março de 2007 a junho de 2008.

A área abaixo da curva de progresso do índice de área foliar (AACPIAF) diferiu significativamente entre as cultivares (Tabela 2, ANEXO A), tendo ‘Icatu Vermelho IAC 2942’ e ‘Acaia Cerrado MG 1474’ apresentado a menor área abaixo da curva de progresso do índice de área foliar (Figura 4). Essa diferença pode ser explicada pela maior incidência de ferrugem nessas cultivares no primeiro ano de avaliação, o que ocasionou maior desfolha das plantas e menor reposição foliar no ano seguinte (Figura 5 A e B). Este fato é bem evidenciado pela baixa produtividade verificada na cultivar Acaia Cerrado MG 1474, no ano de 2008, com média de 4,40 sacas/hectare (Tabela 4). Os principais danos causados pela ferrugem são a queda precoce das folhas, o que causa um baixo vingamento das flores, queda e chochamento dos frutos, além da seca dos ramos, que, em consequência, não produzem frutos no ano seguinte (CARVALHO; CUNHA; CHAULFON, 2002; JULIATTI; SILVA; JULIATTI, 2001).

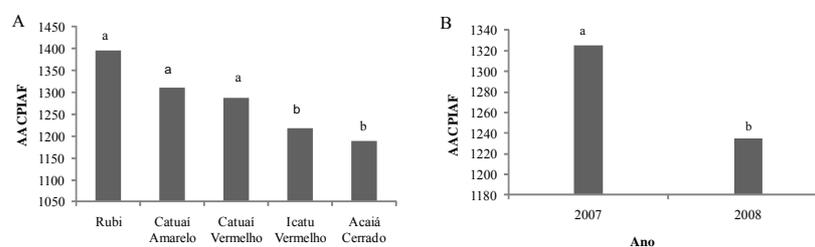


Figura 5 Área abaixo da curva de progresso do índice de área foliar de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, no primeiro período de avaliação (A) e no segundo período de avaliação 2008 (B).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5%.

3.2 Progresso da cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico

Houve diferença significativa na incidência e na severidade da cercosporiose entre as cultivares analisadas, independente do período avaliado (Tabela 3, ANEXO A).

Observa-se que a curva de progresso da incidência (Figura 6) e a curva de progresso da severidade (Figura 7) atingiram intensidade máxima em meses diferentes, de acordo com a cultivar avaliada. No primeiro período de avaliação, a maioria das cultivares apresentou picos de intensidade no mês de março. Já no segundo período de avaliação, a maioria das cultivares apresentou intensidade máxima no mês de maio, provavelmente em virtude da baixa precipitação no mês de maio (38,30 mm), aliada à temperatura amena (17,2°C). A deficiência hídrica favorece a maior intensidade da doença (ECHANDI, 1959; ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

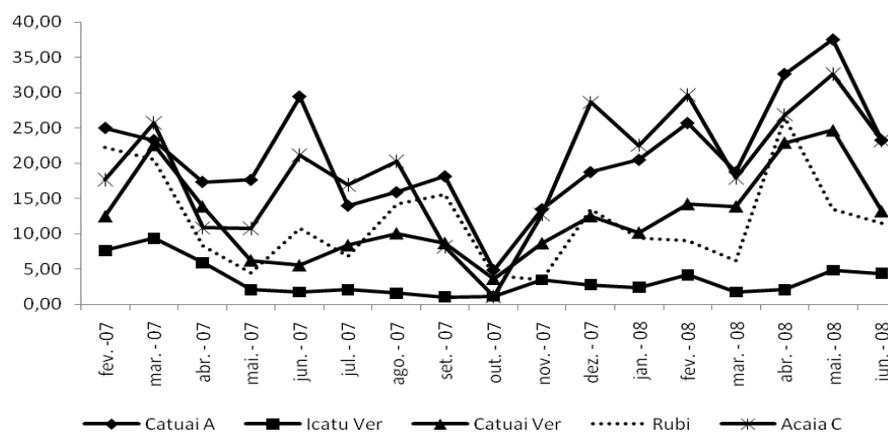


Figura 6 Curvas de progresso da incidência da cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob sistema de cultivo orgânico, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.

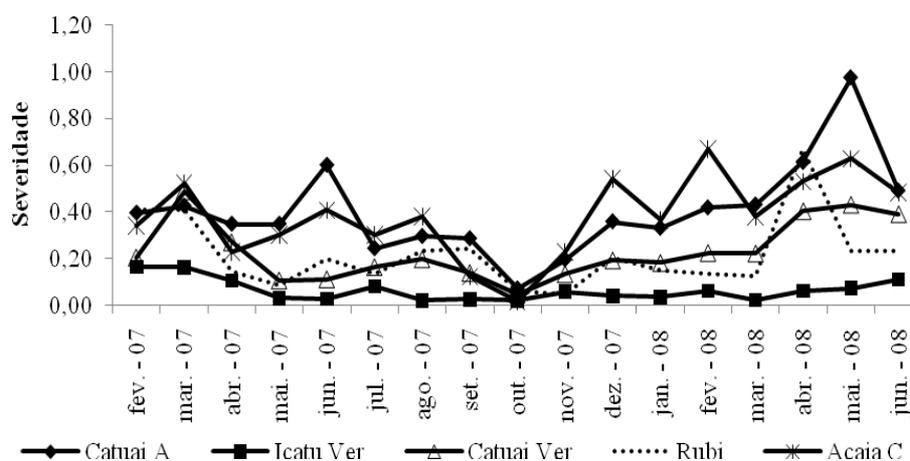


Figura 7 Curva de progresso da severidade da cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob sistema de cultivo orgânico, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.

As cultivares Catuai Amarelo IAC 62 e Acaia Cerrado MG 1474 apresentaram maior área abaixo da curva de progresso da incidência e área abaixo da curva de progresso da severidade, seguidas das cultivares Catuai

Vermelho IAC 44 e Rubi MG 1192, que não diferiram entre si. A cultivar Icatu Vermelho IAC 2942 apresentou a menor área abaixo da curva de progresso da incidência e área abaixo da curva de progresso da severidade (Tabela 5).

Tabela 5 Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, nas safras 2007 e 2008.

Cultivares	AACPI	AACPS
Icatu Vermelho IAC 2942	860a	16a
Rubi MG 1192	2998b	55b
Catuai Vermelho IAC 44	3300b	60b
Acaiá Cerrado MG 1474	5238c	103c
Catuai Amarelo IAC 62	5641c	108c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Dados transformados $\sqrt{y+1}$.

Verificou-se interação significativa entre incidência e severidade da cercosporiose nos frutos (Tabela 4, ANEXO A).

No primeiro período de avaliação (2007), a incidência e a severidade da cercosporiose foram maiores nos frutos das cultivares Acaiá Cerrado MG 1474 e Catuai Amarelo IAC 62 (Tabela 6 e Tabela 7). No segundo período de avaliação (2007/2008), a incidência e a severidade da cercosporiose foram maiores nas cultivares, Catuai Amarelo IAC 62 e Catuai Vermelho IAC 44.

A maior intensidade de cercosporiose no segundo período de avaliação pode estar relacionada com a maior produção das cultivares no ano anterior, além da alta incidência de ferrugem que provocou maior desfolha dos cafeeiros, favorecendo a incidência de cercosporiose. Plantas enfraquecidas por quaisquer causas são mais suscetíveis à infecção pelo fungo (CARVALHO; CHAULFON, 2000; CHAULFON, 1997).

Tabela 6 Incidência de cercosporiose em frutos de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, nas safras 2007 e 2008.

Cultivares	Incidência frutos	
	2007	2008
Icatu Vermelho IAC 2942	0,12Aa	2,62Aa
Rubi MG 1192	0,38Aa	7,12Ba
Catuaí Vermelho IAC 44	0,80Aa	16,17Bb
Acaiaí Cerrado 1474	9,50Ab	6,87Aa
Catuaí Amarelo IAC 62	12,12Ab	18,02Ab
Média	4,58	10,16

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Dados transformados $\sqrt{y+1}$.

Tabela 7 Severidade de cercosporiose em frutos de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, nas safras 2007 e 2008.

Cultivares	Severidade frutos	
	2007	2008
Icatu Vermelho IAC 2942	0,04Aa	1,00Aa
Rubi MG 1192	0,12Aa	2,75Ba
Catuaí Vermelho IAC 44	0,29Aa	6,38Bb
Acaiaí Cerrado MG 1474	3,04Ab	2,79Aa
Catuaí Amarelo IAC 62	4,25Ab	6,00Ab
Média	1,55	3,786

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Dados transformados $\sqrt{y+1}$.

3.3 Estado nutricional de cultivares de cafeeiro: teores de macro e micronutrientes nas folhas

. Nitrogênio, magnésio e potássio

Os teores foliares de nitrogênio, magnésio e potássio na matéria seca das folhas diferiram significativamente nos dois anos de avaliação, tendo apenas o potássio diferido significativamente entre as cultivares (Tabela 5, ANEXO A).

Os teores médios de nitrogênio e magnésio foram maiores no segundo período de avaliação (Figura 8 A e B). No primeiro período, os teores de nitrogênio e magnésio foliar encontrados estão dentro da faixa adequada proposta por Malavolta (2006), que varia de 2,7%-3,2% para nitrogênio e de 0,31%-0,36% para magnésio, por Guimarães et al. (1999). No segundo período de avaliação, o teor de nitrogênio foi considerado adequado. Já o teor foliar de magnésio foi considerado excessivo. Segundo Malavolta (2006), teores acima de 0,39% de magnésio são considerados excessivos. Para Guimarães et al. (1999), a faixa adequada encontra-se entre 0,31% e 0,45%.

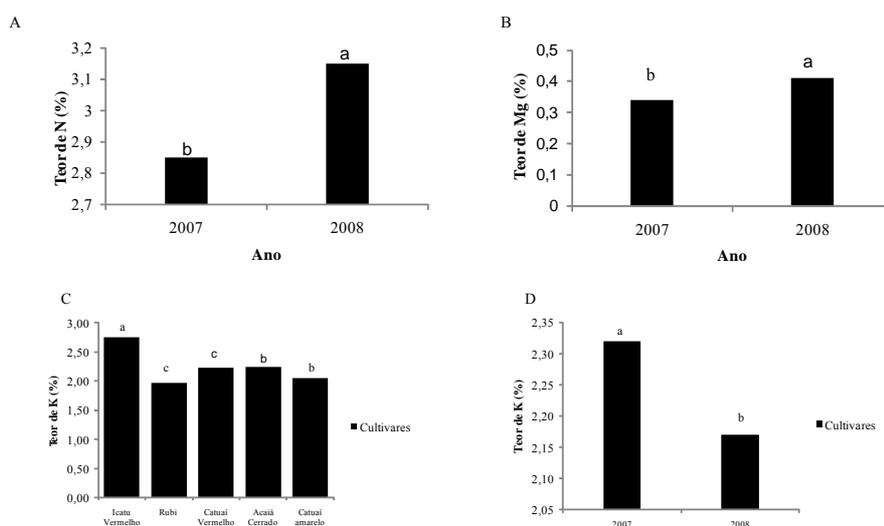


Figura 8 Teor foliar de N (A), Mg (B) e K (C e D), em %, na matéria seca de folhas de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, no estágio de maturação dos frutos, em 2007 e 2008.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5%.

Com relação ao teor foliar de potássio, verificou-se teor alto de potássio apenas na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942 (Figura 8 C). Nas demais cultivares, o potássio situou-se na faixa adequada, 1,9%-2,4% (MALAVOLTA,

2006). Segundo Guimarães et al. (1999), a faixa adequada está entre 1,8%-2,20%. O teor de potássio foi maior no primeiro período da avaliação (2007) (Figura 8 D).

. Fósforo, cálcio e enxofre

Houve interação significativa entre os teores de fósforo e cálcio (Tabela 6, ANEXO A).

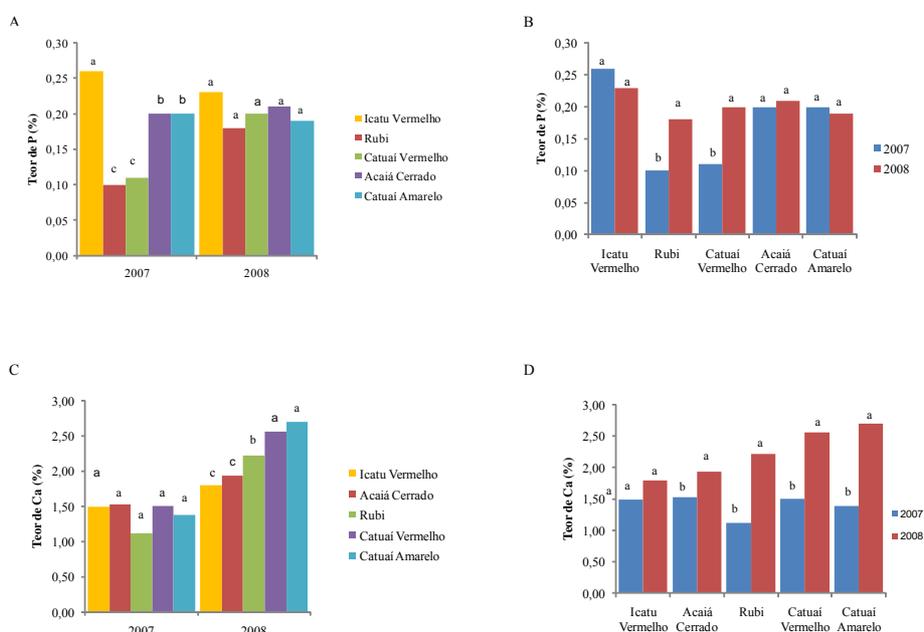


Figura 9 Teores de P (A e B) e Ca (C e D), em %, na matéria seca de folhas de cultivares de café sob cultivo orgânico, no estágio de maturação dos frutos, ano 2007 e 2008.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O teor foliar de fósforo foi classificado na faixa marginal (0,10%-0,20%) para as cultivares Rubi MG 1192, Catuai Vermelho IAC 44, Acaiaí

Cerrado MG 1474 e Catuaí Amarelo IAC 62 (MALAVOLTA, 2006) e baixo apenas para Catuaí Vermelho IAC 44 e Rubi MG 1192, de acordo com Guimarães et al. (1999), cujos teores adequados estão entre 0,12% e 0,16% (Figura 9 A). Já na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942, o teor foliar de fósforo foi classificado como excessivo ($>0,23\%$) no primeiro período de avaliação. No segundo período de avaliação não houve diferença significativa entre as cultivares e o teor foliar de fósforo foi classificado na faixa marginal para a maioria das cultivares, exceto para 'Icatu Vermelho IAC 2942', cujo teor foi alto de 0,23% (MALAVOLTA, 2006). Já para Guimarães et al. (1999), os teores de fósforo encontram-se acima da faixa adequada para todas as cultivares.

Houve alteração no teor de fósforo foliar de um ano para outro (Figura 9 B). Na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942, o teor foliar de fósforo foi excessivo no primeiro período (0,26%) e alto no segundo período (0,23%). Na cultivar Acaíá Cerrado MG 1474, o teor foliar de fósforo foi classificado como adequado (0,21%) no segundo período. As demais cultivares mantiveram teor de fósforo na faixa marginal de 0,10%-0,20%.

Observa-se, na Figura 9 C e D, que, nas cultivares Icatu Vermelho IAC 2942, Catuaí Vermelho IAC 44 e Acaíá Cerrado 1474, o teor de cálcio foliar foi alto (1,5%-1,7%) no primeiro período de avaliação; nas demais cultivares, encontraram-se teores dentro da faixa adequada (1,0%-1,4%). No segundo período de avaliação, os teores de cálcio foliar foram excessivos para todas as cultivares ($>0,17\%$) (GUIMARÃES et al., 1999; MALAVOLTA, 2006).

Não houve interação significativa para o teor foliar de enxofre (Tabela 6, ANEXO A). Houve diferença entre as cultivares, tendo, na cultivar Icatu Vermelho IAC 2942, o teor foliar de enxofre sido classificado como excessivo ($>0,25\%$) (Figura 10). As demais cultivares apresentaram nível alto, entre 0,21%-0,25% (GUIMARÃES et al., 1999; MALAVOLTA, 2006).

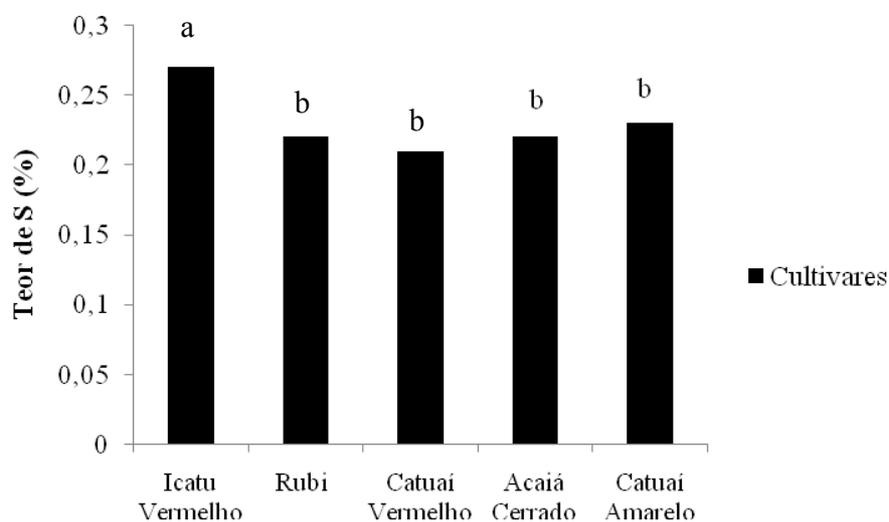


Figura 10 Teores de S, em %, na matéria seca de folhas de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, no estágio de maturação dos frutos, ano 2007 e 2008.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O teor foliar de boro e de cobre diferiram significativamente entre os dois períodos de avaliação (Tabela 7, ANEXO A).

O teor foliar de boro foi alto no primeiro período de avaliação, 81-90 ppm e excessivo no segundo período, >90 ppm (Figura 11 A). O teor de cobre foliar foi excessivo, >25 ppm (MALAVOLTA, 2006), nos dois períodos de avaliação (Figura 11 B). Para Guimarães et al. (1999), o teor adequado de boro está entre 40-80 ppm e de cobre entre 8-16 ppm. Os excessivos teores de boro e cobre, provavelmente, estão relacionado às aplicações de biofertilizantes e produtos a base de cobre para o controle de ferrugem e da cercosporiose.

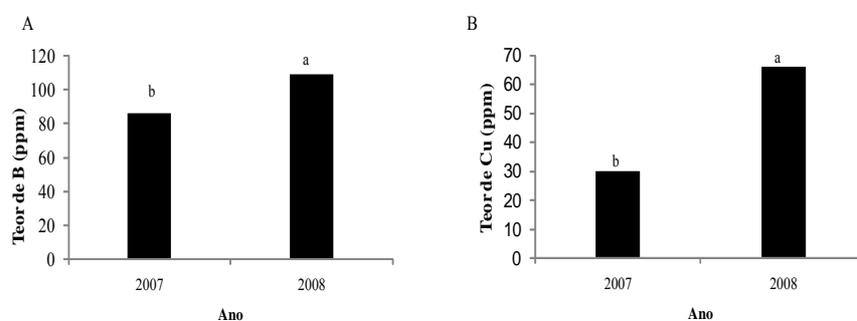


Figura 11 Teores de B (A) e Cu* (B), em ppm, na matéria seca de folhas de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, no estágio de maturação dos frutos, 2007 e 2008.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

*Dados transformados $\sqrt{y+1}$.

O teor foliar de manganês foi classificado como deficiente, <40 ppm, para todas as cultivares e nos dois anos de avaliação (Figura 12A) (GUIMARÃES et al., 1999; MALAVOLTA, 2006). De acordo com Martinez et al. (2003), teores baixos de manganês podem estar associados ao pH elevado. Verificou-se, pela análise de solo, em área total do experimento, que o pH do solo variou de 7,0 a 7,2, no ano de 2007 e 2008, respectivamente, sendo considerado ligeiramente alcalino (Tabela 8, ANEXO A). O teor foliar de zinco foi classificado como alto, 17-30 ppm, para a maioria das cultivares, exceto na cultivar Rubi MG 1192, cujo teor de zinco estava na faixa adequada, 16 ppm (MALAVOLTA, 2006). Guimarães et al. (1999) classificam como adequada a faixa de 10 a 20 ppm. No primeiro período de avaliação, o teor foliar de zinco foi adequado (Figura 12 B).

Houve interação significativa para o teor foliar de ferro (Tabela 7, ANEXO A). O teor foliar de ferro foi classificado adequado nos dois períodos de avaliação, 90-180 ppm, de acordo com Malavolta (2006) e de 70-180 pmm, para Guimarães et al. (1999). Não houve diferença significativa entre as

cultivares no primeiro período de avaliação (Figura 13). No segundo período, os teores de ferro foram superiores nas cultivares Icatu Vermelho IAC 2942 e Catuaí Amarelo IAC 62.

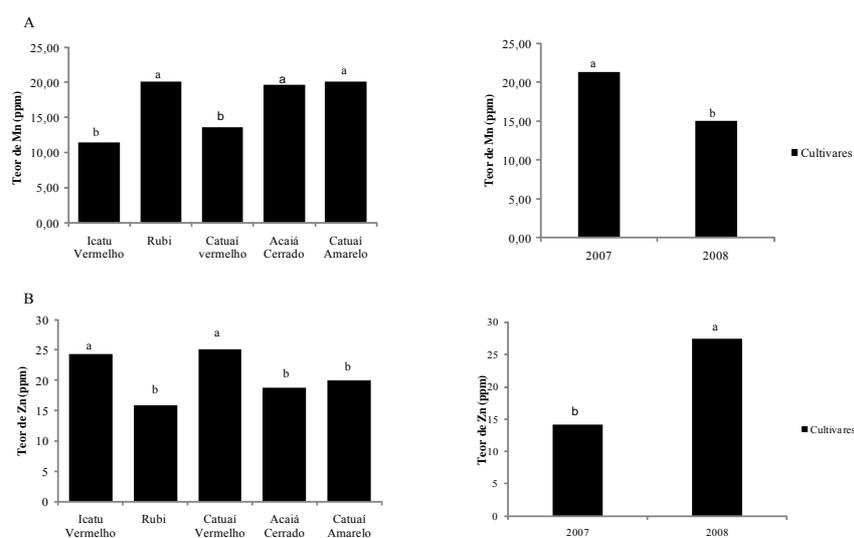


Figura 12 Teores de Mn* (A) e Zn (B), em ppm, na matéria seca de folhas de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, no estágio de maturação dos frutos, 2007 e 2008.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

*Dados transformados $\sqrt{y+1}$.

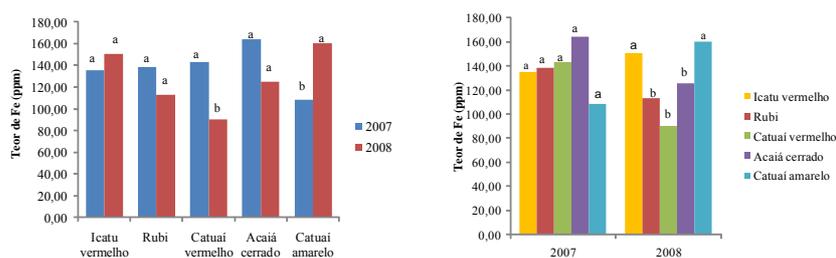


Figura 13 Teores de Fe, em ppm, na matéria seca de folhas de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, no estágio de maturação dos frutos, 2007 e 2008.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As variações encontradas nos teores de macronutrientes e micronutrientes podem ter sido influenciadas por uma série de fatores. De acordo com Martinez et al. (2003), fatores pertinentes à própria planta, tais como espécie, variedade, estágio vegetativo, idade, distribuição, volume e eficiência do sistema radicular, produção pendente e fatores relacionados ao ambiente, como variações climáticas, disponibilidade de água, estado fitossanitário da planta, tipo e manejo do solo e interações entre nutrientes afetam a composição mineral dos tecidos foliares. Sendo assim, não foi possível correlacionar os teores foliares dos nutrientes com a incidência e a severidade da ferrugem e da cercosporiose. Provavelmente, isso ocorreu pelo fato de se ter observado um desequilíbrio no balanço entre os nutrientes, em algumas cultivares.

Vários autores têm relatado a importância no balanço entre os nutrientes no controle de doenças do cafeeiro. Fernandez-Borrero e Lopez-Duque (1971) relatam que os desequilíbrios da relação N/K favorecem o desenvolvimento da cercosporiose. Pozza et al. (2001) verificaram que o aumento da nutrição nitrogenada controla a cercosporiose, enquanto doses excessivas de potássio em viveiro favorecem a doença. O desequilíbrio nutricional entre o potássio e o cálcio torna severa a ocorrência da cercosporiose em cafeeiros (CARVALHO; CHAULFON, 1998; GÁRCIA JÚNIOR et al., 2003; POZZA et al., 2001). Santos et al. (2008) verificaram que as menores concentrações de K e maiores de Ca nas folhas, durante a fase de granação, conferem maior equilíbrio nutricional aos cafeeiros, aumentam a resistência à cercosporiose e à ferrugem e reduzem a desfolha e o efeito de bienalidade na produção.

4 CONCLUSÕES

O progresso da ferrugem e da cercosporiose diferiu significativamente entre as cultivares.

Nas cultivares sob cultivo orgânico, a intensidade de ferrugem foi maior em relação à cercosporiose.

Os valores de incidência de ferrugem foram altos para todas as cultivares, entretanto, a severidade foi baixa, não ultrapassando 4,5%.

A cultivar Icatu Vermelho IAC 2942 apresentou maior incidência e severidade de ferrugem e menor de cercosporiose, quando comparada às outras cultivares avaliadas.

A maior produção das cultivares contribui para a maior intensidade de ferrugem.

A alta incidência de ferrugem contribui para o menor índice de área foliar.

As cultivares Acaiá Cerrado MG 1474 e Catuaí Amarelo IAC 62 apresentaram maior incidência e severidade de cercosporiose nas folhas.

Os teores foliares de boro e cobre foram considerados altos e o teor de manganês deficiente em todas as cultivares.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Academic, 2005. 263 p.
- BOLDINI, J. M. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e fertirrigado por gotejamento**. 2001. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- CAPUCHO, A. S. et al. Herança da resistência do Híbrido de Timor UFV443-03 à ferrugem do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 279-282, mar. 2009.
- CARVALHO, V. L. de; CHAULFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro: diagnose e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 44 p. (Boletim Técnico, 58).
- _____. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 27-35, jul./ago. 1998.
- CARVALHO, V. L. de; CUNHA, R. L.; CHALFOUN, S. M. Manejo ecológico das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 101-114, jan./abr. 2002.
- CHAUFUON, S. M. **Doenças do cafeeiro: importância, identificação e métodos de controle**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 93 p.
- CUNHA, R. L. et al. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliar a severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Vitória: EMBRAPA Café, 2001. p. 837-843.
- ECHANDI, E. La chasparria de los cafetos causada por el hongo (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke). **Turrialba**, San José, v. 9, n. 2, p. 54-67, abr./jun. 1959.
- FAZUOLI, L. C. et al. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônomo de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 163-216.

FERNANDEZ-BORRERO, O.; LÓPEZ-DUQUE, S. Fertilization de plantulas de café y su relation com la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*, Berk y Cooke). **Cenicafé**, Caldas, v. 22, n. 4, p. 95-108, 1971.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

GARCIA JÚNIOR, D. et al. Incidência e severidade da cercosporiose-do-cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 286-291, maio/jun. 2003.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGA, V. H. A. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 289-302.

JULIATTI, F. C.; SILVA, S. de A.; JULIATTI, F. C. Problemas fitossanitários em culturas sob pivô central no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. In: ZAMBOLIN, L. **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa, MG: UFV, 2001. cap. 6, p. 205-256.

KUSHALAPPA, A. C.; MARTINS, C. P. Incubation and generation periods for *Hemileia vastatrix* on coffee in Viçosa, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 177-183, fev. 1980.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 636 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 310 p.

MARTINEZ, H. E. P. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, jun. 2003.

MARTINS, M.; MENDES, A. N. G.; ALVARENGA, M. I. Incidência de pragas e doenças em agroecossistemas de café orgânico de agricultores familiares em Poço Fundo-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1306-1313, nov./dez. 2004.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. **A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle**. Varginha: MAPA/PROCAFÉ/EMBRAPA, 2006. 98 p.

MATIELLO, J. B.; MANSK, Z. Estudo de esquemas de controle da ferrugem do cafeeiro em lavouras com alta, média e baixa produção, no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Resumos...** Londrina: UEL, 1984. p. 63-64.

MIRANDA, J. C. **Doenças em cultivo orgânico do cafeeiro (*Coffea arabica* L.): epidemiologia e controle alternativo**. 2007. 119 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

OLIVEIRA, V. B. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade de cercosporiose em folhas de cafeeiro. In: SIMPÓSIO DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2001, Vitória. **Anais...** Vitória: EMBRAPA Café, 2001. p. 80.

POZZA, A. A. A. et al. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 53-60, jan. 2001.

POZZA, E. A. A importância das doenças foliares do cafeeiro. In: _____. **Manejo fitossanitário da cultura do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 2008. p. 81-94.

RENA, A. B. et al. **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. 447 p.

RICCI, M. dos S. F. et al. **Cultivo orgânico do café**: recomendações técnicas. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

SANTOS, F. da S. **Epidemiologia e manejo de doenças do cafeeiro (*Coffea arabica*) sob cultivo orgânico**. 2006. 146 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SANTOS, F. da S. et al. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 783-791, jul. 2008.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildwing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 70, n. 8, p. 1183-1186, 1977.

TEIXEIRA, H.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. Progresso de doenças em sistemas convencional e orgânicos de produção de café. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 146-147, ago. 2005. Suplemento.

VALE, F. X. R. do; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfill, 2004. 513 p.

ZAMBOLIM, L. Manejo integrado das doenças bióticas e abióticas do cafeeiro. In: REUNIÃO INTINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 4., 2001, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Instituto Biológico, 2001. p. 11-24.

ZAMBOLIM, L. et al. Controle de doenças: doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. v. 1, cap. 2, p. 83-180.

_____. Epidemiologia e controle integrado da ferrugem do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 369-450.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do. Perdas na produtividade e qualidade do cafeeiro causadas por doenças bióticas e abióticas. In: ZAMBOLIM, L. **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 83-179.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças as plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, cap. 19, p. 165-180.

CAPÍTULO 3

Patogenicidade de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, agente etiológico da mancha-manteigosa, em hipocótilos de cultivares de cafeeiro

RESUMO

Os fungos do gênero *Colletotrichum* associados ao cafeeiro apresentam grande variabilidade morfológica e patogênica, encontrando-se amplamente distribuídos em todas as lavouras cafeeiras em todo o mundo. Dentre as espécies de *Colletotrichum* que ocorrem no cafeeiro, *C. gloeosporioides* é relatado como agente etiológico da mancha-manteigosa. Alguns autores sugerem, ainda, que existem raças patogênicas para os isolados que ocasionam mancha-manteigosa. Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a patogenicidade de 5 isolados monospóricos de *Colletotrichum gloeosporioides*, denominados I₁, I₂, I₃, I₄ e I₅, obtidos de plantas com sintomas de mancha-manteigosa, nas cultivares de cafeeiro Catuaí Vermelho IAC 99 e Mundo Novo IAC 379-19. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2x5), com 3 repetições. Foram utilizadas 5 plântulas por repetição. As inoculações foram realizadas em plântulas de cafeeiro no estágio de palito de fósforo, utilizando-se uma suspensão de cada isolado na concentração de 2×10^6 conídios por mL. As plântulas foram inoculadas pela deposição de 10 µL da suspensão sobre os hipocótilos, após fermento com alfinete entomológico. Após inoculação, as plântulas foram mantidas em câmara de crescimento, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Avaliaram-se a incidência e a severidade dos sintomas nas plântulas 15 dias após inoculação. Houve diferença significativa quanto à patogenicidade entre os isolados. A severidade (ID) dos isolados I₂, I₃ e I₄ foi maior que a dos isolados I₁ e I₅. A incidência foi maior para os isolados I₂ e I₃. Tanto a incidência como a severidade foram maiores em hipocótilos da cultivar Catuaí Vermelho IAC 99.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Inoculação. Severidade. Variabilidade patogênica.

ABSTRACT

The fungi of the genus *Colletotrichum* associated with coffee plants exhibit great morphological variability and pathogen, is widely distributed on all the coffee plantations worldwide. Among the species of *Colletotrichum* occurring in coffee, *C. gloeosporioides* is reported as the causal agent of blister spot. Some authors also suggest that there are races for the pathogenic isolates that cause blister spot. The aim of this study was to evaluate the pathogenicity of 5 isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* spore, named I₁, I₂, I₃, I₄ and I₅ obtained from plants with symptoms of blister spot on Catuaí Vermelho IAC 99 and Mundo Novo 379-19 coffee cultivars. The experimental design was completely randomized in factorial scheme (2x5) with three replications. Five seedlings were used per replicate. The inoculations was performed in coffee seedling in the match stage, using a suspension of each isolate at a concentration of 2×10^6 conidia per mL. The seedlings were inoculated by depositing 10 mL of the suspension on the hypocotyl wounding with pin entomological. After inoculation the seedling were maintained in a growth chamber at $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. We evaluated the incidence and severiadade symptoms in seedlings 15 days after inoculation. There was significant difference in pathogenicity among isolates. The severity (ID) isolates I₂, I₃ and I₄ was greater than that of isolates I₁ and I₅. The incidence was higher for isolates I₂ and I₃. Both the incidence and severity were higher in hypocotyls of Catuaí Vermelho IAC 99.

Keywords: *Coffea arabica*. Inoculation. Severity. Pathogen variability.

1 INTRODUÇÃO

Os fungos do gênero *Colletotrichum* associados ao cafeeiro apresentam grande variabilidade morfológica e patogênica, encontrando-se amplamente distribuídos em todas as lavouras cafeeiras em todo o mundo (PARADELLA FILHO; PARADELA, 2001). Esse patógeno causa enfermidades, como antracnose em folhas e frutos, seca de ponteiros, mancha-manteigosa e antracnose dos frutos verdes do cafeeiro, conhecida como *coffee berry disease* (CBD), a qual ainda não foi registrada no Brasil. Essa grande variabilidade morfológica e patogênica, possivelmente, se deve a efeitos bióticos e abióticos, estando o fungo associado ao cafeeiro na forma saprofítica ou parasítica. Períodos contínuos de alta umidade (7 a 10 dias de chuva) e temperaturas amenas (altitude elevada), em torno de 22°C, favorecem o desenvolvimento de *Colletotrichum* spp., que passa da fase saprofítica para a parasítica (CARRILLO; ZAMBRANO, 1994).

No Brasil, esse fungo foi constatado, pela primeira vez, em cafeeiro, em 1901, por Noack, que o descreveu como *Colletotrichum coffeanum* (FEITOSA et al., 1977).

Várias propostas de classificação de *Colletotrichum* spp., isolado de cafeeiro, têm sido apresentadas ao longo dos anos (VÁRZEA; SILVA; RODRIGUES JÚNIOR, 2002). Segundo Waller et al. (1993), são reconhecidas duas espécies de *Colletotrichum* que ocorrem no cafeeiro, *Colletotrichum kahawae*, agente etiológico da CBD e *Colletotrichum gloeosporioides*, que se diferenciam por características culturais, metabólicas e patogênicas.

No Brasil, vários isolados de *Colletotrichum* já foram identificados no cafeeiro, atuando como saprófitas ou como patógenos (PARESQUI et al., 2003). Esses isolados foram relatados, em sua grande maioria, como *Colletotrichum*

gloeosporioides e, em alguns estudos, verificou-se também a presença de *Colletotrichum acutatum* (OROZCO, 2003; PEREIRA, 2005).

Desde 1993, diversos trabalhos têm sido realizados no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, sobre a caracterização morfológica, genética, bioquímica e a patogenicidade de isolados de *Colletotrichum* spp. associados ao cafeeiro (DIAS, 2002; DORIZZOTO, 1993; DORIZZOTO; ABREU, 1993a, 1993b; FERREIRA, 2006; FERREIRA et al., 2004; LINS, 2006; NECHET; ABREU, 2002; OROZCO, 2003; PEREIRA, 2005). Os estudos têm demonstrado que existe grande variabilidade morfológica entre os isolados e que a interação entre *Colletotrichum* spp. e plântulas de café é muito variável, dependendo da cultivar de cafeeiro utilizada, da variabilidade genética dos isolados e do tempo, após inoculação, para expressar sintomas.

Segundo Orozco (2003), o patossistema *Colletotrichum* x cafeeiro, no Brasil, é complexo, tratando de populações de espécies de *Colletotrichum* que ocasionam diversos sintomas ou colonizam as plantas de maneira invasiva, sem manifestação de sintomas não implicando que esses isolados não sejam patogênicos. Orozco et al. (2002a, 2002b) sugerem, ainda, que existem raças patogênicas para os isolados da espécie *C. gloeosporioides*, os quais ocasionam os sintomas de mancha-manteigosa, a seca de ponteiros e a necrose em frutos.

Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a patogenicidade de diferentes isolados monospóricos de *Colletotrichum gloeosporioides*, obtidos de plantas com sintomas de mancha-manteigosa, nas cultivares de cafeeiro Catuaí Vermelho IAC 99 e Mundo Novo IAC 379-19.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Epidemiologia da Universidade Federal de Lavras em Lavras, em Lavras, MG e no Laboratório de Fitopatologia do Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado, em Machado, MG. Foram utilizados hipocótilos das cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 e Mundo Novo IAC 379-19, fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), os quais foram inoculados com isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* obtidos de plantas com sintomas de mancha-manteigosa.

2.1 Obtenção dos isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*

Foram utilizados cinco isolados obtidos de hastes de cafeeiro e seca de ponteiros de plantas da cultivar Catuaí Vermelho com sintomas de mancha-manteigosa do campo experimental da UFLA. Os isolados foram denominados de I₁ e I₂, provenientes de seca de ponteiros em plantas com sintomas de mancha-manteigosa e I₃, I₄ e I₅, provenientes de seca de haste de plantas com sintomas de mancha-manteigosa. Para a obtenção dos isolados, pequenos fragmentos do tecido infectado foram desinfestados com álcool 50%, por 30 segundos, hipoclorito de sódio a 1% por 1 minuto, lavados por duas vezes em água destilada esterilizada e colocados para secar em papel de filtro esterilizado. Após a secagem, os fragmentos foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura extraído de malte ágar (MEA) a 2%. As placas de Petri foram mantidas em câmara de incubação BOD, por sete dias, a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Após este período, as colônias caracterizadas como sendo de *Colletotrichum gloeosporioides* (SUTTON, 1980) foram transferidas para placas contendo MEA a 2%, incubadas por 5 dias em BOD, a 25°C, fotoperíodo de 12

horas. As colônias obtidas de cada isolado foram utilizadas para a obtenção de culturas monospóricas.

2.2 Obtenção das culturas monospóricas

Para a obtenção das culturas monospóricas, foram preparadas suspensões, de cada isolado separadamente, contendo 2×10^6 conídios por mL^{-1} . Essas suspensões foram diluídas por 4 vezes, colocando-se 1 mL da suspensão em tubos de ensaio contendo 9 mL de água destilada esterilizada. Aliquotas de 1 mL das diluições foram transferidas para placas de Petri contendo ágar-água a 2% e espalhadas com alça de Drigalsky. As placas assim preparadas foram incubadas por 6 horas, em BOD, a 25°C. Após a emissão do tubo germinativo, em câmara de fluxo laminar, com auxílio de um microscópio óptico, os esporos germinados foram transferidos individualmente para placas de Petri contendo MEA a 2%. As placas foram incubadas em BOD, por 7 dias, para a obtenção das culturas puras. As culturas puras de *C. gloeosporioides* foram transferidas para tubos de ensaio contendo MEA a 2%, inclinados, para preservação.

2.3 Preparo e inoculação dos hipocótilos

Hipocótilos das cultivares de cafeeiro Catuaí Vermelho IAC 99 e Mundo Novo IAC 379/19 foram lavados e submetidos a processo de desinfestação em câmara asséptica com álcool 50%, por 30 segundos, hipoclorito de sódio 1% por 2 minutos e lavados, por duas vezes, em água destilada esterilizada. Após a desinfestação, os hipocótilos foram transferidos para placas de Petri contendo três folhas de papel de filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada esterilizada. Os hipocótilos foram inoculados com suspensão de conídios, numa concentração de 2×10^6 conídios por mL^{-1} para cada isolado. Em cada um dos

hipocótilos colocaram-se 10 µL da suspensão de conídios. As testemunhas foram inoculadas com água destilada esterilizada. Antes da inoculação, foram realizados ferimentos nos hipocótilos, com auxílio de agulha entomológica. Após a inoculação as placas de Petri contendo os hipocótilos inoculados foram colocadas em câmara de crescimento à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ com fotoperíodo de 12 horas durante o período de avaliação.

2.4 Avaliação dos hipocótilos

Após quinze dias da data da inoculação, as plântulas foram individualmente avaliadas pela observação dos sintomas nos hipocótilos, segundo escala de notas adaptada por Várzea (1995, citado por OROZCO, 2003) (Tabela 1).

Tabela 8 Escala utilizada na avaliação da patogenicidade dos isolados de *Colletotrichum gloeosporioide*, escala adaptada por Várzea (1995, citado por OROZCO, 2003).

Tipo de reação (classe)	Descrição
0	Ausência de sintomas
1	Pequenas e poucas (1 a 2) lesões cloróticas ou acastanhadas.
2	Mais de 2 lesões acastanhadas ou lesões coalescentes. O diâmetro das lesões excede 0,5 mm. Pontos pretos, quando presentes, são raros.
3	Extensas lesões acastanhadas com numerosos pontos pretos e/ou lesões obscuras. As lesões pretas podem rodear completamente o hipocótilo, mas a parte terminal deste permanece viva.
4	Hipocótilos mortos.

Determinaram-se o índice de doença (ID) conforme fórmula proposta por McKiney (1923) e a incidência da doença (I), considerando-se o percentual de plantas que apresentavam algum tipo de sintoma em relação às plantas sadias.

Índice de doença (ID)

$$ID = \frac{\sum(\text{N}^\circ \text{ de plântulas} \times \text{grau da escala})}{\text{Número total de plântula} \times \text{grau máximo}} \times 100$$

Incidência da doença (I)

$$I = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hipocótilos com sintomas da doença}}{\text{Total de hipocótilos avaliados}} \times 100$$

Em adição a essas avaliações, as partes das plantas que apresentaram sintomas foram desinfestadas com álcool 70%, por 30 segundos, hipoclorito de sódio 1%, por um minuto, lavadas em água destilada esterilizada por duas vezes e plaqueada em MEA 2%, para verificação do crescimento fúngico.

2.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 repetições em esquema fatorial 6 x 2, sendo 5 isolados mais a testemunha, com duas cultivares de cafeeiro, Catuaí Vermelho IAC 99 e Mundo Novo IAC 379-19. Foram inoculados 15 hipocótilos por tratamento, ou seja, 5 por repetição.

A análise estatística do experimento foi realizada pelo programa SISVAR, versão 4.8, do qual foi obtida análise de variância (FERREIRA, 2008). Para comparação de médias, utilizou-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, pelos dados da Tabela 10, ANEXO A, efeito significativo dos isolados e das cultivares, tanto para o índice de doença (severidade) como para incidência. A interação entre os fatores não foi significativa para nenhuma das variáveis estudadas.

Verifica-se, pelos dados da Tabela 9, que o índice de doença (ID) e a incidência foram maiores na cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 em relação à cultivar Mundo Novo IAC 379-19, demonstrando que ambas são suscetíveis aos isolados testados, embora a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 tenha mostrado maior suscetibilidade.

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram encontrados por Juliatti et al. (2006), os quais, avaliando a agressividade de diferentes isolados de *Colletotrichum* sp., verificaram que as variedades Catuaí Vermelho 99 e Mundo Novo 379-19 foram suscetíveis aos vários isolados testados, tendo o índice de doença na variedade Catuaí Vermelho MG 99 sido maior do que na variedade Mundo Novo MG 379/19.

Tabela 9 Índice de doença (ID) e incidência de *Colletotrichum gloeosporioides* em hipocótilos de cafeeiro das cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 e Mundo Novo IAC 379-19.

Cultivares	ID (%)	Incidência (%)
Catuaí Vermelho IAC 99	13,06a	40,00a
Mundo Novo 379-19	8,33b	22,22b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Dados transformados $\sqrt{y + 1,0}$.

Aos 15 dias após inoculação, observou-se morte de hipocótilos das cultivares Mundo Novo IAC 379-19 e Catuaí Vermelho IAC 99 inoculadas com os isolados I₄ e I₃, respectivamente (Figura 1). Orozco (2003) verificou morte de plântulas das cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo, quando

inoculadas com isolados procedentes de plantas com sintomas de mancha-manteigosa, aos 10 dias após inoculação. Já Dorizzotto (1993) relata o aparecimento de sintomas em plântulas de café 25 dias após inoculação. Nechet e Abreu (2002), avaliando a patogenicidade de isolados de *Colletotrichum* sp., em plântulas da cultivar Mundo Novo, verificaram aparecimento de sintomas dez dias após inoculação, entretanto, não foi observada morte de hipocótilos.

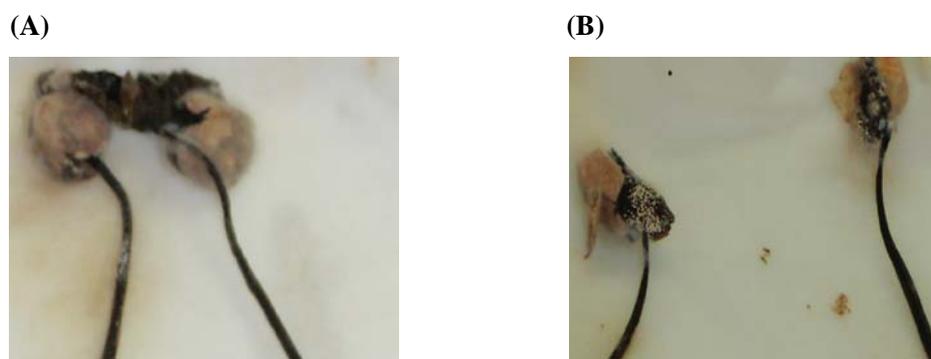


Figura 14 Morte de hipocótilos de cafeeiro inoculados com *Colletotrichum gloeosporioides*: (A) hipocótilos de Mundo Novo IAC 379-19 - I₄; (B) hipocótilos de Catuai Vermelho IAC 99 - I₃.

Tem-se observado que a interação entre *Colletotrichum* spp. e plântulas de café é muito variável, dependendo da suscetibilidade do material genético, da variabilidade genética dos isolados e do tempo após inoculação para expressar sintomas (ABREU; FERREIRA; MARTINS, 2008).

Na maioria dos relatos, tem se verificado que a expressão dos sintomas pode ocorrer de 15 a 30 dias após a inoculação (DIAS, 2002; DORIZOTTO, 1993; JULIATTI et al., 2006; NECHET; ABREU, 2002; OROZCO, 2003).

Todos os isolados testados foram patogênicos a hipocótilos de cafeeiro, independente da cultivar inoculada, diferindo significativamente da testemunha (Tabela 10). Nos isolados I₂, I₃ e I₄, o índice médio de doença foi maior que nos

isolados I₁ e I₅. A incidência foi maior nos isolados I₂ e I₃, seguidos dos isolados I₁, I₄ e I₅, que não diferiram significativamente entre si.

Tabela 10 Índice de doença (ID) e incidência de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* em hipocótilos de cafeeiro das cultivares Catuai Vermelho IAC 99 e Mundo IAC Novo 379-19.

Isolados	ID (%)	Incidência (%)
Testemunha	0,00a	0,00a
I ₁	5,83b	23,33b
I ₂	12,50c	43,33c
I ₃	24,17c	60,00c
I ₄	15,00c	36,67b
I ₅	6,67b	23,33b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Dados transformados $\sqrt{y + 1,0}$.

Dias (2002) verificou que isolados de *Colletotrichum* spp. provenientes de folhas, ramos e frutos de cafeeiro com sintomas de mancha-manteigosa foram patogênicos a plântulas de cafeeiro no estágio palito de fósforo, causando morte das mesmas, apesar de apresentarem variação quanto a virulência.

Os isolados I₁, I₂ e I₅ não ocasionaram morte de hipocótilos até 15 dias após a inoculação. Os sintomas que ocorreram com maior frequência foram lesões superficiais acastanhadas e lesões acastanhadas coalescentes (Figura 15). Foi possível reisolar *C. gloeosporioides* das plântulas inoculadas que apresentaram sintomas.

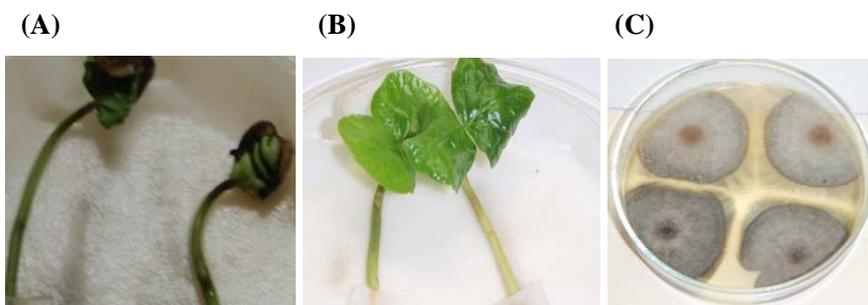


Figura 15 Sintomas de *Colletotrichum gloeosporioides* em plântulas das cultivares Mundo Novo IAC 379-19 (A) e Catuai Vermelho IAC 99 (B). Reisolamento em meio extrato de malte ágar 2% (C).

No Brasil, vários isolados do fungo já foram identificados no cafeeiro, atuando como saprófitas ou como patógenos (PARESQUI et al., 2003). Esses isolados foram relatados, em sua maioria, como *C. gloeosporioides* (CHAULFON; CARVALHO, 2008). Orozco et al. (2002a, 2002b) afirmam, ainda, que existem raças patogênicas para os isolados da espécie *C. gloeosporioides*, os quais ocasionam os sintomas de mancha-manteigosa, a seca de ponteiros e a necrose em frutos.

4 CONCLUSÕES

Todos os isolados testados são patogênicos a hipocótilos de cafeeiro com diferenças quanto à sua agressividade.

A severidade (ID) dos sintomas foi maior para os isolados I₂, I₃ e I₄. Já a incidência, o número de hipocótilos com sintomas, foi maior para os isolados I₂ e I₃.

A cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 é mais suscetível que a cultivar Mundo Novo IAC 379-19, independente do isolado utilizado.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. S.; FERREIRA, J. B.; MARTINS, F. G. Mancha manteigosa no contexto do complexo *Colletotrichum* em cafeeiros. In: _____. **Manejo fitossanitário da cultura do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 2008. p. 105-125.
- CARRILLO, M. M. de; ZAMBRANO, C. Variantes morfológicas de cepas del gênero *Colletotrichum*, asociadas al cultivo del café *Coffea arábica*, L. en diferentes pisos altitudinales de la region centro occidental de Venezuela. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 44, n. 4, p. 679-692, jul./sept. 1994.
- DIAS, M. D. **Caracterização morfológica, bioquímica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. em *Coffea arabica* L.** 2002. 64 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- DORIZZOTO, A. **Caracterização morfológica e patogenicidade de *Colletotrichum* sp associados a cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em dois municípios de Minas Gerais.** 1993. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1993.
- DORIZZOTO, A.; ABREU, M. S. Caracterização cultural e morfológica de *Colletotrichum coffeanum* Noack e *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 26., 1993, Aracajú. **Anais...** Brasília: SBF, 1993a. p. 306.
- _____. Reação de plântulas e frutos verdes de cafeeiros (*Coffea arábica* L.) a *Colletotrichum coffeanum* Noack e *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 26., 1993, Aracajú. **Anais...** Brasília: SBF, 1993b. p. 285.
- FEITOSA, M. I. et al. Estudos sobre a população de *Colletotrichum* em *Coffea arábica* L. no estado de São Paulo. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 44, n. 1/2, p. 33-54, jan./jun. 1977.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.
- FERREIRA, J. B. **Aspectos histopatológicos, epidemiologia e controle da mancha manteigosa em *Coffea arabica* L.** 2006. 159 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FERREIRA, J. B. et al. Prejuízos ocasionados pela mancha manteigosa em cafeeiros (*Coffea arabica* L.). In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE CAFEICULTURA, 10.; SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFEIEIRA DO SUL DE MINAS, 5., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Necaf, 2004. 1 CD-ROM.

JULIATTI, F. C. et al. Agressividade e divergência genética por RAPD de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* coletados em lavouras cafeeiras de Minas Gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 159-169, 2006.

LINS, S. R. de O. **Estudos histopatológicos da mancha manteigosa em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e comportamento de isolado de *Colletotrichum* spp em plantas obtidas por cultura de embrião.** 2006. 117 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MCKINNEY, R. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedling by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, Cambridge, v. 26, p. 195-218, 1923.

NECHET, K. de L.; ABREU, M. S. Caracterização morfológica e testes de patogenicidade de isolados de *Colletotrichum* sp. obtidos de cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1135-1142, nov./dez. 2002.

OROZCO, M. E. F. **Caracterização morfológica, molecular, bioquímica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. associados ao cafeeiro em Minas Gerais e comparação com *Colletotrichum kahawae*.** 2003. 147 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

OROZCO, M. E. et al. Incidência de *Colletotrichum* spp. em frutos cereja e sementes de café arábica (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7., 2002, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002a. p. 59.

_____. Transmissão de *Colletotrichum* spp., por sementes de café arábica (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7., 2002, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002b. p. 93.

PARADELA FILHO, O.; PARADELA, A. L. O complexo *Colletotrichum* cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade.** Viçosa, MG: UFV, 2001. cap. 8, p. 269-275.

PARESQUI, L. et al. Patogenicidade de *Colletotrichum gloeosporioides* em *Coffea arabica* L. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: UFBA, 2003. p. 208.

PEREIRA, I. S. **Compatibilidade vegetativa e sexual do complexo *Glomerella-Colletotrichum* associado ao cafeeiro e estudos histopatológicos.** 2005. 92 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SUTTON, B. C. **Coelomycetes.** Surrey: CMI Kew, 1980. 696 p.

VÁRZEA, V. M. P.; SILVA, M. do C. M. L.; RODRIGUES JÚNIOR, C. J. Resistência do cafeeiro a antracnose dos frutos verdes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 327-368.

WALLER, J. M. et al. Characterization of the coffee berry disease pathogen, *Colletotrichum kahawae* sp. nov. **Mycological Research**, Cambridge, v. 97, n. 8, p. 989-994, Aug. 1993.

CAPÍTULO 4

Efeito de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, agente etiológico da mancha-manteigosa na germinação e no estabelecimento de plântulas de cultivares de cafeeiro

RESUMO

Na cafeicultura, o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da mancha-manteigosa, tem sido considerado um patógeno transmitido pela semente. Essa doença preocupa os produtores pelo aumento da incidência e agressividade com que se apresenta a campo, ocasionando declínio vegetativo e, conseqüentemente, produtivo das plantas afetadas. Em observações de campo, cafeeiros com sintomas da mancha-manteigosa têm a produção afetada gradativamente, chegando a ser nula em algumas plantas. Por ser a semente a principal forma de disseminação da mancha-manteigosa, é importante a realização de estudos mais detalhados sobre a influência do fungo nas mesmas, uma vez que os trabalhos realizados sobre o assunto são escassos e existem divergências entre os autores. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a influência de *C. gloeosporioides* na germinação, na viabilidade da semente e no estabelecimento de plântulas de diferentes cultivares de cafeeiro, bem como investigar a localização do patógeno na semente pelo uso de microscópio eletrônico de varredura (MEV). Sementes das cultivares Catuaí Vermelho (com sintomas de mancha-manteigosa), Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo 379-19 foram submetidas à inoculação por *Colletotrichum gloeosporioides*, pelo contato direto com a colônia do fungo, em placas de Petri, por 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. As variáveis analisadas foram sanidade pelo Blotter test, germinação em areia, índice de velocidade de emergência e viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio. Verificou-se que, com o aumento do tempo de exposição ao fungo, houve aumento da incidência nas sementes, tendo a incidência sido maior na cultivar Catuaí Vermelho (26%), seguida das cultivares Catuaí Vermelho IAC-44 (21,5%) e Mundo Novo IAC 379-19 (11,0%). *Colletotrichum gloeosporioides* afetou a germinação e o índice de velocidade de emergência das sementes da cultivar Catuaí Vermelho a partir de 96 horas de exposição ao fungo. No caso da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44 ocorreu queda na germinação a partir de 96 horas. O tempo de exposição ao fungo não afetou a germinação e o índice de velocidade de emergência da cultivar Mundo Novo IAC 379-19, tendo sido verificados ganhos no desempenho pelo efeito do

condicionamento. Pelo teste de tetrazólio, foi possível verificar que *C. gloeosporioides* reduziu a viabilidade das sementes de café. Verificou-se, por MEV, colonização do endocarpo, endosperma e embrião da semente.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Viabilidade da semente. Sanidade sementes. Tetrazólio.

ABSTRACT

In coffee *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of blister spot has been considered a pathogen transmitted by seed. This disease concern producers by the increasing the incidence and aggressiveness with which it presents the field, causing the decline of vegetation and therefore productive of affected plants. In field observations, trees with symptoms of blister spot has gradually affected the production, becoming null in some plants. The seed is the main form of spread of blister spot, so it is important to conduct more detailed studies about the influence of the fungus in them, once the studies done on the subject are scarce and there are differences among authors. This study aimed to evaluate the influence of *C. gloeosporioides* on germination, seed viability and establishment of seedlings of different varieties of coffee, and to investigate the location of the pathogen in seeds by using scanning electron microscopy (MVE). Seeds of Catuaí Vermelho (with symptoms of blister spot), Catuaí Vermelho IAC 44 and Mundo Novo 379-19 were inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*, by direct contact with the colony of the fungus in petri dishes for 0, 24, 48, 72, 96 and 120 hours. The variables were analyzed by the Blotter sanity test, germination in sand, speed of emergence and seed viability by tetrazolium test. It was found that increasing time of exposure to the fungus was increased incidence in seeds, and their incidence was higher in Catuaí Vermelho (26%), followed by Catuaí Vermelho IAC 44 (21.5%) and Mundo Novo IAC 379-19 (11.0%). *Colletotrichum gloeosporioides* affected germination and rate of seed emergence of Catuaí Vermelho from 96 hours of exposure to the fungus. In the case of Catuaí Vermelho IAC 44 was a decrease in germination from 96 h. The time of exposure to the fungus did not affect the germination and emergence rate index for Mundo Novo IAC 379-19, and there have been gains in performance by the effect of conditioning. By tetrazolium test was concluded that *C. gloeosporioides* reduced the viability of coffee seeds. It was observed by MEV colonization of endocarp, endosperm and embrion from seed.

Keywords: *Coffea arabica*. Seed viability. Seed health. Tetrazolium.

1 INTRODUÇÃO

Na implantação da lavoura cafeeira, vários fatores contribuem para o seu sucesso, dentre os quais a utilização de mudas sadias e bem desenvolvidas é a base de sua sustentação, principalmente por se tratar de uma cultura perene. Desse modo, a produção de mudas e a implantação dos viveiros, sobretudo utilizando-se sementes sadias, deve ser feita de forma criteriosa, pois as mudas com boa qualidade proporcionarão um desenvolvimento uniforme da lavoura, melhor produção inicial, maior rendimento por área e maior longevidade das plantas (FAVARINI et al., 2003; SILVA; CARVALHO; ROMANIELLO, 2000).

A semente é considerada um eficiente meio de disseminação de fitopatógenos pelo fato de ser um organismo vivo, rico em proteínas, carboidratos e minerais. Com isso, pode garantir a sobrevivência de inúmeros patógenos por longos períodos de tempo (MACHADO, 1988; TANAKA; MACHADO, 1985).

Os microrganismos presentes na semente podem causar sua deterioração, anormalidades, lesões, morte de plântulas em pré e pós-emergência. Outros não se manifestam no início do cultivo, porém, podem causar danos às plantas adultas (NEERGAARD, 1979). Além disso, a preocupação com a presença de patógenos em sementes não reside apenas nos danos que esses agentes podem causar de imediato, considerando-se tão somente a planta individualizada. De grande importância, é também o aspecto epidemiológico, levando-se em conta a incidência e o progresso da doença em uma população de plantas e as dificuldades que podem decorrer em termos de controle dessa doença (MACHADO, 1988).

Colletotrichum gloeosporioides, agente etiológico da mancha-manteigosa em cafeeiro, é um patógeno transmitido pela semente (FERREIRA,

2006; OROZCO, 2003; OROZCO et al., 2002b). Essa doença preocupa os produtores pelo aumento da incidência e agressividade com que se apresenta a campo, ocasionando declínio vegetativo e, conseqüentemente, produtivo das plantas afetadas. Em observações de campo, cafeeiros com sintomas da mancha-manteigosa têm a produção afetada gradativamente, chegando a ser nula em algumas plantas (OROZCO et al., 2002a). Há relatos de sua ocorrência nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Espírito Santo, Rondônia e Amazonas. Em Minas Gerais, tem sido relatada em lavouras das cultivares Catucaí Vermelho e Amarelo, Rubi, Mundo Novo e Catucaí Vermelho.

Por ser a semente a principal forma de disseminação da mancha-manteigosa, é importante a realização de estudos mais detalhados sobre a influência do fungo na germinação, na viabilidade e no estabelecimento de plântulas, uma vez que os trabalhos realizados sobre o assunto são escassos e existem divergências entre os autores.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a influência de *C. gloeosporioides* na germinação, na viabilidade da semente e no estabelecimento de plântulas de diferentes cultivares de cafeeiro, bem como investigar a localização do patógeno na semente pelo uso de microscópio eletrônico de varredura (MEV).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Epidemiologia e de Microscopia e Análise Ultraestrutural do Departamento de Fitopatologia e no Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG.

O trabalho foi realizado com sementes da cultivar Catuaí Vermelho obtidas de plantas com sintomas de mancha-manteigosa, proveniente da Fazenda Laje, localizada no município de Paraguaçu, MG, safra 2008/2009. Os frutos destinados à produção de sementes foram colhidos no estádio cereja, sendo feitos o despoldamento manual, a degomagem e a secagem à sombra. Foram utilizadas também sementes das cultivares Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 379-19 adquiridas na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) de Machado, em Machado, MG, safra 2008/2009.

O perfil sanitário e fisiológico inicial dos lotes de sementes foi determinado pelos testes de germinação, conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) e a sanidade, pelo teste de incubação em substrato de papel umedecido (Blotter test).

As sementes das diferentes cultivares foram submetidas à inoculação por *Colletotrichum gloeosporioides*, pelo contato direto com a colônia do fungo, em placas de Petri, em cinco tempos de exposição.

O isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* utilizado no trabalho foi o I₃, proveniente de haste de plantas com sintomas de mancha-manteigosa, testado quanto à sua patogenicidade no experimento anterior e conservado em tubos de ensaio com meio MEA 2% inclinado.

2.1 Inoculação das sementes

Placas de Petri de 15 cm de diâmetro contendo extrato de malte ágar a 2% foram inoculadas com suspensão de conídios na concentração 2×10^6 conídios por mL^{-1} . Em seguida, as placas foram incubadas em câmara de germinação tipo BOD, com temperatura ajustada para 25°C e regime de luz de 12 horas, durante 7 dias, para o desenvolvimento das colônias do fungo. Após desenvolvimento das colônias, sementes das cultivares Catuaí Vermelho, provenientes de plantas com sintomas de mancha-manteigosa, Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 379-19 foram desinfestadas com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2%, durante dois minutos, seguindo-se lavagem, por duas vezes, em água destilada esterilizada e secagem sobre papel de filtro em câmara de fluxo laminar por 24 horas. As sementes, assim preparadas, foram distribuídas nas placas Petri, contendo colônia do fungo, em uma única camada ocupando a superfície da colônia no meio MEA a 2% e incubadas, em câmara de germinação tipo BOD, por período de 24, 48, 72, 96 e 120 horas, à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Após cada período de exposição, as sementes foram colocadas para secar por 24 horas, acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria até realização dos testes para avaliação da qualidade sanitária e fisiológica (sanidade, germinação, índice de velocidade de emergência e tetrazólio).

2.2 Teste de sanidade

A qualidade sanitária das sementes foi avaliada pelo método de incubação em substrato de papel umedecido com água destilada esterilizada e coberto com uma fina camada de ágar-água a 0,5%, para cada uma das cultivares submetidas aos diferentes tempos de exposição ao fungo e testemunhas.

Foram utilizadas 200 sementes para cada tempo de exposição ao fungo, divididas em 8 placas com 25 sementes por placa. Como testemunha, utilizaram-se sementes secas de cada uma das cultivares avaliadas. As placas foram incubadas, em câmara de germinação tipo BOD, a $20\pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas, por sete dias. Ao final desse período, as sementes foram examinadas individualmente ao microscópio estereoscópico, verificando-se a incidência de *Colletotrichum gloeosporioides*.

2.3 Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado utilizando sementes com e sem pergaminho em bandejas contendo areia lavada e esterilizada, à temperatura de 30°C , com 50 sementes por bandeja, em 4 repetições para cada tratamento. Para avaliação, foram consideradas plântulas normais aquelas que, aos 70 dias, para sementes com pergaminho e 40 dias, para sementes sem pergaminho, apresentaram sistema radicular principal bem desenvolvido, com emissão de, pelo menos, duas raízes secundárias. Foram também computados os somatórios de plântulas anormais infectadas e sementes mortas. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, plântulas anormais infectadas e sementes mortas.

2.4 Índice de velocidade de emergência de plântulas

O teste foi conduzido nas mesmas condições do teste de germinação em areia. Nas avaliações realizadas, a cada três dias, entre a instalação do teste e o encerramento da emergência na população, foram consideradas como emersas as plântulas que elevaram completamente o endosperma. Para cálculo do índice de

velocidade de emergência (IVE) foi empregada a equação proposta por Maguire (1962).

2.5 Teste de tetrazólio

A avaliação da viabilidade das sementes de café pelo teste de tetrazólio foi realizada com 200 sementes por tratamento, divididas em 4 repetições de 50 sementes. Após a retirada manual do pergaminho, as sementes foram pré-condicionadas em água por período de 36 horas, à temperatura de 30°C. Após esse período, foram seccionadas para a extração do embrião, sem danificá-lo. Durante o processo de extração, os embriões foram mantidos em solução de antioxidante polivinilpirrolidona (PVP). Ao término da extração, os embriões foram lavados em água corrente com auxílio de uma peneira e embebidos em solução de tetrazólio (2,3,5, cloreto de trifênil tetrazólio) a 0,5%, utilizando-se frascos escuros e submetidos à temperatura de 30°C, por 2 horas. Em seguida, foram lavados em água corrente, distribuídos sobre papel mata-borrão umedecido e submetidos à avaliação em microscópio estereoscópico, de acordo com critérios estabelecidos por Vieira (1998). Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de embriões viáveis.

2.6 Preparo das sementes para análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV)

Sementes de cada cultivar com diferentes porcentagem de infecção foram separadas em endocarpo, endosperma e embrião e colocadas em tubos de microcentrífuga contendo fixador Karnovisk para análise em MEV.

Os fragmentos de endocarpo (pergaminho), endosperma e embrião foram retirados do fixador (Karnovisky) e transferidos para glicerol, por 30

minutos. Em seguida, foram imersos em recipiente plástico contendo nitrogênio líquido e cortados com bisturi sobre uma placa de metal imersa em recipiente plástico também contendo nitrogênio. As amostras seccionadas foram colocadas em microtubulos com capacidade para 2 mL de água destilada. Após essa etapa, as amostras foram imersas em tetróxido de ósmio 1%, por duas horas, à temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras foram lavadas com água destilada por três vezes e desidratadas em série de acetona (25%, 50%, 75% e 90%, 10 minutos cada e 100%, por três vezes de 10 minutos). Após esse procedimento, as amostras foram levadas ao aparelho de ponto crítico de Balzers CPD 030 para substituição da acetona por CO₂ para retirar totalmente a umidade. Já secas, as amostras foram montadas em “stubs” e submetidas à metalização com ouro, no evaporador de Balzer SCD 050, para facilitar a condutividade dos elétrons no momento das análises no MEV LEO EVO 40X VP (ALVES, 2005). As imagens geradas foram registradas digitalmente, gravadas e abertas no software Photopaint[®] do pacote Corel Draw 12.

2.7 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições, montado em esquema fatorial de 3 x 6. Os fatores e seus níveis que constituíram o fatorial foram: três cultivares de cafeeiro (Catuaí Vermelho, Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 379-19 e seis tempos de exposição das sementes ao fungo: 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas).

Para os testes de germinação e IVE, foram realizadas análises de variância separadas para sementes com pergaminho e sementes sem pergaminho.

A análise estatística do experimento foi realizada no programa Sisvar, versão 4.8 (FERREIRA, 2008). As variáveis significativas no teste F foram submetidas à análise de regressão para comparação entre os tempos de

exposição ao fungo. Os dados de plântulas anormais infectadas e sementes mortas foram transformados para $\sqrt{y + 0,5}$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo ferfil fisiológico inicial das sementes, verificou-se que, na cultivar Catuaí Vermelho proveniente de plantas com sintomas de mancha-manteigosa, a germinação foi de 66%, enquanto em sementes da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44 a germinação foi de 88% e, das sementes da cultivar Mundo Novo IAC 379-19, a germinação foi de 94%. Em relação à sanidade, os resultados dos fungos observados em cada cultivar e sua respectiva incidência nas sementes estão relacionados na Tabela 13.

Tabela 13 Porcentagem de incidência de fungos em sementes de diferentes cultivares de cafeeiro.

Fungos	Cultivares		
	Catuaí Vermelho	Catuaí Vermelho IAC 44	Mundo Novo IAC 379-19
<i>Alternaria alternata</i>	0,0	0,5	0,0
<i>Bipolaris</i> sp.	0,0	0,5	0,5
<i>Cladosporium</i> sp.	0,0	1,0	0,5
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	2,0	0,0	0,0
<i>Fusarium</i> sp.	88,0	78,0	84,5
<i>Nigrospora</i> sp.	0,0	0,0	1,0
<i>Penicillium</i> sp.	0,6	0,5	0,5
<i>Phoma</i> sp.	1,0	16,0	15,5

Verifica-se, pelos dados da Tabela 13, que a presença de *Colletotrichum gloeosporioides* ocorreu apenas na cultivar Catuaí Vermelho, cujas sementes

foram provenientes de plantas com sintomas de mancha-manteigosa. Observou-se também alta incidência de *Fusarium* spp. em todas as cultivares. A maior incidência de *Phoma* spp. foi encontrada nas cultivares Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 379-19.

Os resumos das análises de variância para os resultados dos testes realizados nos diferentes tempos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides* estão apresentados nas Tabelas 11, ANEXO A e Tabela 12, ANEXO A.

A interação cultivar x tempo de exposição a *C. gloeosporioides*, para as variáveis sanidade, germinação, plântulas anormais infectadas mais sementes mortas, índice de velocidade de emergência e tetrazólio, foi significativa na análise das sementes com pergaminho (Tabela 11, ANEXO A). Isso indica que a incidência de patógenos foi afetada pelo tempo de exposição ao fungo a que as sementes foram submetidas e esse efeito foi dependente da cultivar. Observou-se o mesmo comportamento nos testes de germinação, plântulas anormais infectadas mais sementes mortas e índice de velocidade de emergência nas sementes sem pergaminho (Tabela 12, ANEXO A).

3.1 Incidência *Colletotrichum gloeosporioides* nas sementes

Pela análise de regressão, ajustou-se modelo quadrático para todas as cultivares avaliadas, verificando-se que houve um incremento gradual dos valores de incidência nos materiais utilizados com o aumento do tempo de exposição ao fungo (Figura 16).

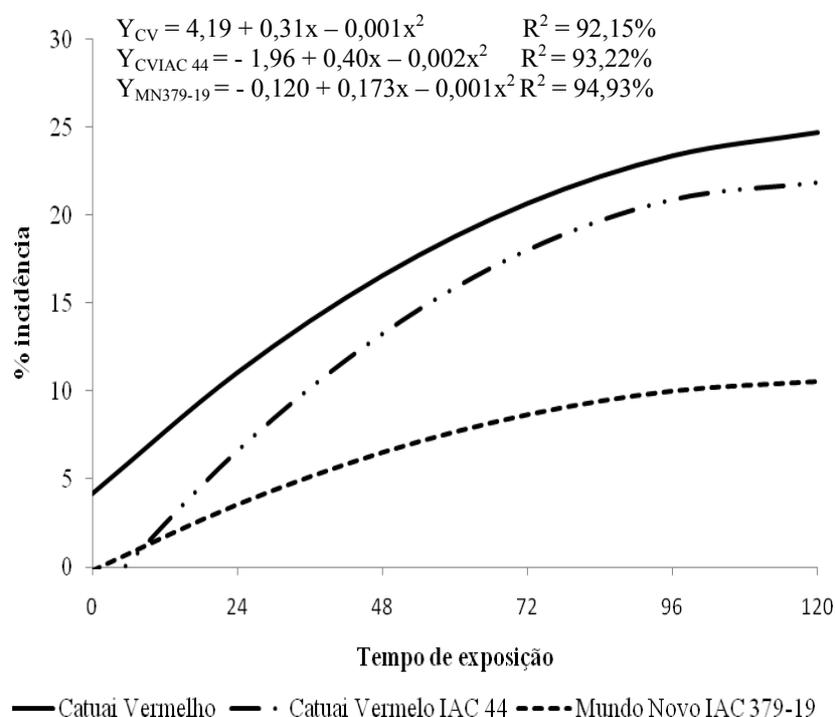


Figura 16 Valores médios de incidência (%) de *C. gloeosporioides*, em função dos tempos de exposição das sementes, com pergaminho, para as três cultivares de café avaliadas.

A porcentagem máxima de infecção nas sementes foi de 26,0% para a cultivar Catuai Vermelho, 21,5% para cultivar Catuai Vermelho IAC 44 e 11,0% para a cultivar Mundo Novo IAC 379-19. Esse nível de infecção, quando comparado com a incidência observada por Pierre (2009), pode ser considerado baixo. Isso pode ter ocorrido devido à barreira física imposta pelo pergaminho. Segundo Teixeira (1999), o pergaminho da semente de café é um componente fibroso que é composto, basicamente, por 37% de celulose, 25% de hemicelulose e de 9,3% a 13,5% de lignina em base seca (BARCELOS et al., 2002; RIBEIRO FILHO, 1998) e tais componentes conferem textura rígida e impermeabilidade ao tecido, o que contribui como barreira para a penetração de

fungos. Quanto à menor porcentagem de infecção na cultivar Mundo Novo IAC 379-19, ela pode estar relacionada a fatores inerentes da cultivar. De acordo com Barcelos et al. (2001), a cultivar Mundo Novo apresenta maior teor de carboidratos de degradabilidade lenta e menor teor de carboidratos rapidamente degradáveis que as cultivares Catuaí e Rubi, o que pode tornar o pergaminho mais resistente à degradação e infecção por fungos.

Esses dados sugerem que, para a obtenção de sementes infectadas por *Colletotrichum gloeosporioides*, são necessários tempos de exposição maiores a partir de 96 horas. Outros fatores, como genótipo do hospedeiro e virulência do patógeno, devem ser levados em consideração nesse tipo de estudo. Tanaka, Menten e Mariano (1989) verificaram que, no patossistema *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* x algodoeiro, a partir de 12 horas de contato das sementes com a colônia fúngica, já ocorre infecção, mas o período de 24 horas de exposição seria mais adequado para se obter maiores taxas de infecção. Resultados semelhantes foram encontrados por Barrocas (2008), sugerindo que, para a obtenção de sementes infectadas, os tempos de exposição a partir de 24 horas são suficientes. A autora observou também diferenças na incidência de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* entre os genótipos utilizados, tendo, na cultivar suscetível, a ocorrência do fungo sido superior à resistente.

Vários trabalhos têm evidenciado a alta variabilidade genética apresentada por isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* e que a interação entre *Colletotrichum* spp. e cafeeiro é muito variável, dependendo da suscetibilidade da cultivar de cafeeiro utilizada (DIAS, 2002; DORIZZOTO, 1993; DORIZZOTO; ABREU, 1993a, 1993b; LINS, 2006; NECHET; ABREU, 2002; OROZCO, 2003; PEREIRA, 2005).

Outro fator a considerar é a microflora antagônica presente nas sementes por ocasião da inoculação, como já observado por Pierre (2009), em relação aos

fungos *Colletotrichum gloeosporioides* e *Cladosporium* sp. em sementes de café.

3.2 Germinação

Os resultados da regressão dos testes de germinação, realizados com e sem a presença do pergaminho, das três cultivares analisadas encontram-se nas Figuras 17 e 18.

Pelos dados da Figura 17, observa-se que, para a cultivar Catuaí Vermelho com pergaminho, a porcentagem de germinação ajustou-se ao modelo cúbico, ou seja, a porcentagem de germinação aumentou com o tempo de exposição ao fungo até 72 horas, tendo sofrido redução a partir de 96 horas e tornando a aumentar ligeiramente a partir de 120 horas. Para a cultivar Catuaí Vermelho IAC 44, ajustou-se modelo quadrático, com aumento crescente da germinação até o tempo de exposição de 72 horas e com tendência à queda a partir de 96 horas. Já para a cultivar Mundo Novo IAC 379-19, ajustou-se modelo linear, ocorrendo aumento significativo na porcentagem de germinação com o aumento do tempo de exposição ao fungo.

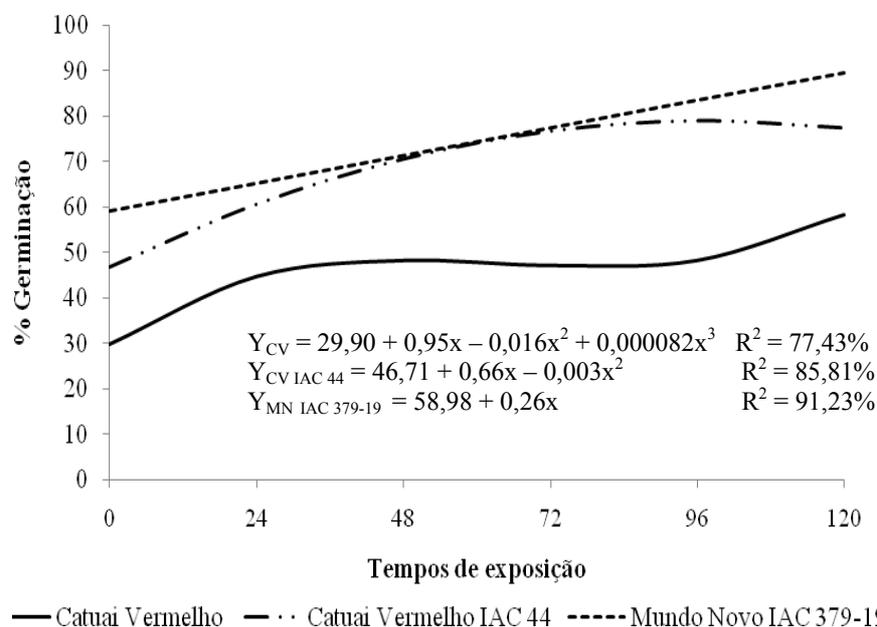


Figura 17 Valores médios de germinação (%) de sementes de cafeeiro, com pergaminho, em função dos tempos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides*, para as três cultivares analisadas.

No teste de germinação realizado com sementes sem o pergaminho, observa-se que, para a cultivar Catuai Vermelho, a porcentagem de germinação aumentou de forma quadrática até o tempo de 72 horas, tendendo a uma ligeira queda a partir de 96 horas (Figura 18). Para a cultivar Catuai Vermelho IAC 44, a porcentagem de germinação aumentou linearmente com o aumento do tempo de exposição ao fungo. Já para a cultivar Mundo Novo IAC 379-19A, a porcentagem de germinação não diferiu significativamente ao longo dos tempos de exposição ao fungo. Observa-se ligeira queda na porcentagem de germinação com 48 horas de exposição ao fungo, a qual aumenta gradativamente a partir de 72 horas.

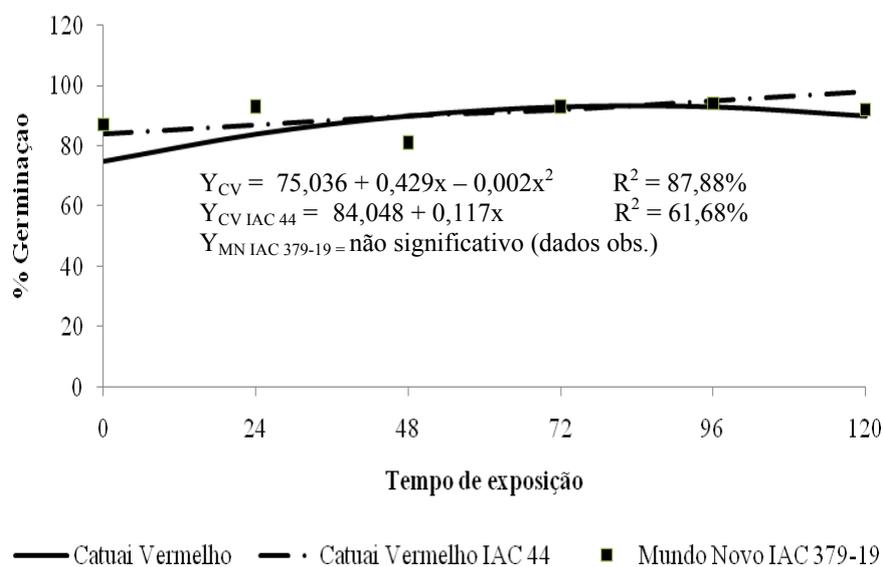


Figura 18 Valores médios de germinação (%) de sementes de cultivares de café, sem pergaminho, em função dos tempos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides*.

Observa-se, pelos resultados obtidos, que a remoção do pergaminho contribuiu para o aumento da germinação das sementes nas três cultivares avaliadas, tendo, no tempo zero, ocorrido um incremento de 41%, 44% e 31% na germinação das sementes de Catuai Vermelho, Catuai Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 379-19, respectivamente. A remoção do pergaminho é de fundamental importância para acelerar a germinação das sementes de café (GUIMARÃES, 1995). Além da barreira à entrada de água e gases, o pergaminho também dificulta o crescimento do embrião por meio de mecanismos inerente à sua rigidez (VÁLIO, 1976).

No caso das sementes inoculadas nos diferentes tempos, verificou-se que a retirada do pergaminho aumentou a porcentagem de germinação nas cultivares avaliadas. Pode-se inferir que, além da eliminação da barreira física imposta

pelo pergaminho, diminuiu-se também o potencial de inóculo presente na semente. Com a eliminação do pergaminho, acelera-se o processo germinativo ocorrendo diminuição do tempo de contato da semente com fungos presentes no mesmo. Segundo Machado (1988), qualquer fator que impeça a rápida germinação das sementes pode aumentar o tempo de contato com fungos presentes no solo e/ou no tegumento da semente e que podem ocasionar apodrecimento das mesmas.

Observa-se que, para as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Vermelho IAC 44, até 72 horas de exposição ao fungo parece ter ocorrido efeito *priming* ou condicionamento fisiológico que consiste da hidratação controlada das sementes, suficiente para promover atividades pré-metabólicas, sem, contudo, permitir a emissão da radícula (HEYDECKER; HIGGINS; GULLIVER, 1973).

A hidratação lenta das sementes permite maior tempo para a reparação ou a reorganização das membranas, o que possibilita que os tecidos se desenvolvam de maneira mais ordenada (SANTOS; MENEZES, 2000).

Muitos benefícios desta técnica têm sido destacados em diversas culturas. Em café, Braz e Rosseto (2008) verificaram que o condicionamento fisiológico favoreceu a germinação e o vigor das sementes de café armazenadas em embalagens de polietileno e câmara seca, durante nove meses. Carvalho (2009) verificou que o condicionamento fisiológico de sementes de café em matriz sólida promoveu aumento na porcentagem de germinação e emergência de plântulas, notadamente em sementes de menor qualidade fisiológica.

Verificou-se que *Colletotrichum gloeosporioides* afetou a germinação das sementes da cultivar Catuaí Vermelho a partir de 96 horas de exposição ao fungo, tanto no teste realizado com pergaminho como no realizado sem pergaminho, evidenciando, dessa forma, a possibilidade de que o fungo tenha ultrapassado a barreira imposta pelo pergaminho a partir de 96 horas de exposição. Tal fato pode também ser evidenciado pelo aumento da porcentagem

de sementes mortas e plântulas anormais infectadas após 96 horas de exposição ao fungo (Figura 19 e 20).

Segundo Vargas e Gonzáles (1972), acredita-se que, provavelmente, existe um caráter genético que predispõe plântulas oriundas de sementes de plantas com mancha-manteigosa a uma maior suscetibilidade.

No caso da cultivar Catuai Vermelho IAC 44, verificou-se redução apenas na porcentagem de germinação das sementes com pergaminho, bem como maior porcentagem de sementes mortas e plântulas anormais infectadas (Figura 19). Para sementes sem pergaminho, ajustou-se modelo linear, tendo ocorrido aumento na porcentagem de sementes mortas mais plântulas anormais infectadas com o aumento do tempo de exposição ao fungo (Figura 20).

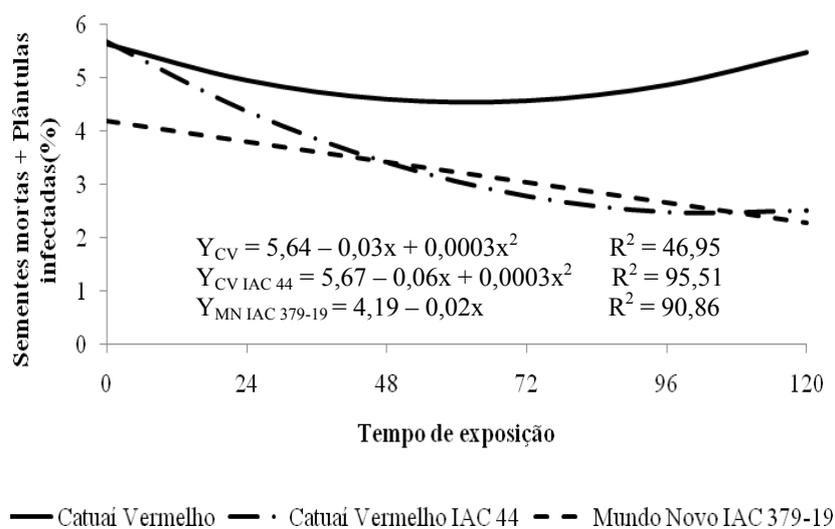


Figura 19 Valores médios de plântulas anormais infectadas mais sementes mortas (%), com pergaminho, em função dos tempos de exposição a *Colletorichum gloeosporioides*, para as três cultivares avaliadas. Dados transformados $\sqrt{y} + 0,5$.

A germinação da cultivar Mundo novo IAC 379-19 não foi afetada pelo tempo de exposição ao fungo, tendo sido verificado apenas o efeito *priming*.

Isso, provavelmente, ocorreu devido à baixa infecção detectada nas sementes (11,0%) e devido a fatores genéticos inerentes da cultivar (BARCELOS et al., 2001). A porcentagem de sementes mortas mais plântulas anormais infectadas também decresceu com o aumento de exposição ao fungo, no caso de sementes com pergaminho, reforçando, dessa maneira, a evidência do efeito *priming* (Figura 19). Para sementes sem pergaminho, não houve diferença significativa na porcentagem de sementes mortas mais plântulas anormais infectadas (Figura 20).

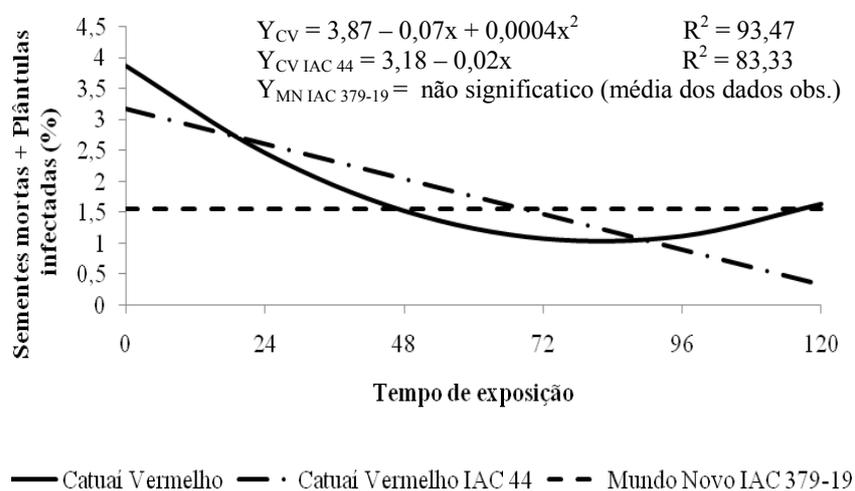


Figura 20 Valores médios de plântulas anormais infectadas mais sementes mortas (%), sem pergaminho, em função dos tempos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides*, para as três cultivares avaliadas. Dados transformados $\sqrt{y + 0,5}$.

3.3 Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE)

Os resultados da avaliação de sementes inoculadas e não inoculadas com *C. gloeosporioides* e submetidas ao teste de índice de velocidade de emergência de plântulas, com e sem pergaminho, encontram-se nas Figuras 21 e 22, respectivamente.

Nas curvas de regressão para o índice de velocidade de emergência, das sementes com pergaminho, ajustou-se modelo linear para a cultivar Catuaí Vermelho e quadrático para as cultivares Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 379-19 (Figura 21).

Verificaram-se diferenças entre as cultivares quanto ao aumento do índice de velocidade de emergência de acordo com o tempo de exposição ao fungo, sendo este de 24 horas, 48 horas e 72 horas para Catuaí Vermelho IAC 44, Catuaí Vermelho e Mundo novo IAC 379-19, respectivamente.

Houve ligeira queda no índice de velocidade de emergência da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44 com 96 horas de exposição ao fungo. O tempo de exposição ao fungo de 120 horas proporcionou maior índice de velocidade de emergência para a cultivar Mundo Novo IAC 379-19.

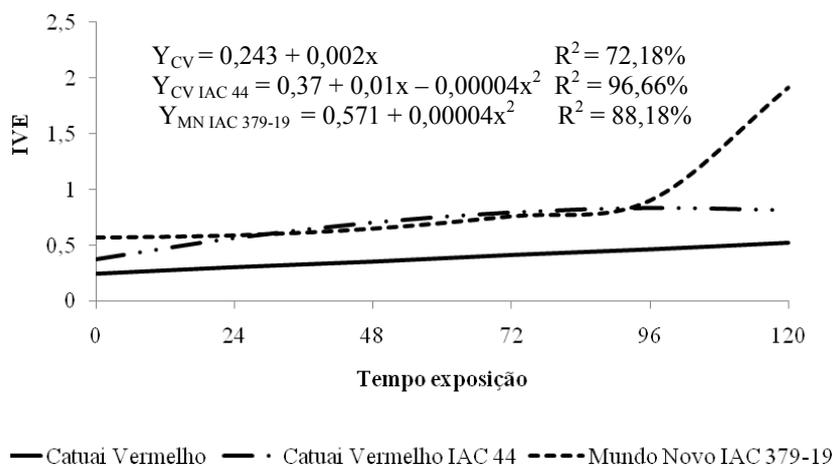


Figura 21 Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de caféiro, com pergaminho, em função dos tempos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides*, para as três cultivares analisadas.

Observa-se, pelo gráfico da Figura 22, sementes sem pergaminho, que, para a cultivar Catuai Vermelho, ajustou-se modelo de regressão quadrático, com aumento do índice de velocidade de emergência ao longo do tempo de exposição ao fungo, com queda a partir de 96 horas. Para a cultivar Catuai Vermelho IAC 44, ajustou-se modelo linear, com aumento significativo do índice de velocidade de emergência a partir de 48 horas de exposição ao fungo. Para a cultivar Mundo Novo IAC 379-19, não houve diferença significativa no índice de velocidade de emergência entre os tempos de exposição ao fungo. Observa-se ligeira queda no índice de velocidade de emergência com 48 horas de exposição ao fungo, o qual aumenta a partir de 72 horas.

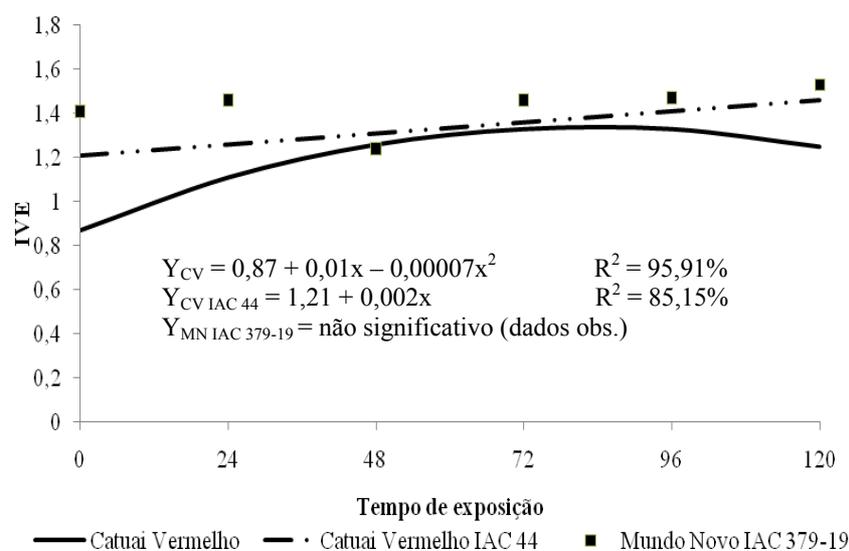


Figura 22 Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de cafeeiro, sem pergaminho, em função dos tempos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides*, para as três cultivares avaliadas.

Com base nos resultados do índice de velocidade de emergência ficou evidenciado que houve decréscimo no índice de velocidade de emergências da cultivar Catuai Vermelho a partir de 96 horas de exposição ao fungo. Já o índice

de velocidade de emergência das cultivares Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 319-19 aumentou com o tempo de exposição ao fungo, demonstrando, novamente, o efeito *priming* para essas cultivares, como observado por Carvalho (2009) em sementes de café, quando condicionadas osmoticamente.

3.4 Tetrazólio

Os resultados da avaliação da viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio encontram-se na Figura 23.

Para as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Vermelho IAC 44, observou-se ajuste quadrático da curva de regressão, tendo ocorrido redução acentuada na porcentagem de sementes viáveis a partir de 72 horas de exposição ao fungo. No caso da cultivar Mundo Novo IAC 379-19, verificou-se redução na porcentagem de sementes viáveis a partir de 24 horas de exposição ao fungo.

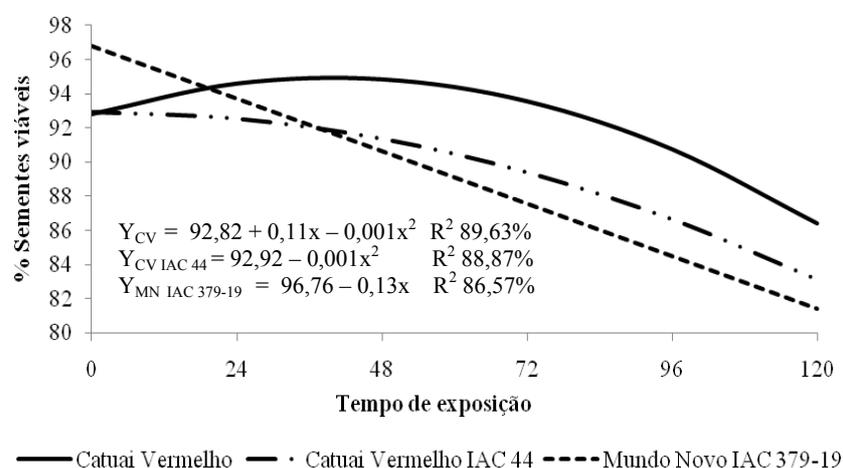


Figura 23 Valores médios de sementes viáveis em função dos tempos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides*, para as três cultivares analisadas.

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenase, que reduzem o sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio nos tecidos vivos da semente pela reação de íons de hidrogênio que são transferidos para o referido sal (DELOUCHE et al., 1976). A redução do sal ocorre apenas nas células vivas, resultando na formação do trifenilformazan, composto vermelho e indifusível que confere cor vermelha ao tecido vivo.

Os resultados do potencial de germinação (viabilidade) detectado pelo teste de tetrazólio foram superiores, quando comparados à porcentagem de germinação para sementes não inoculadas sem pergaminho (Figura 18), verificando-se que os resultados do teste de tetrazólio não foram afetados pela presença de *priming* ou pelo envigoramento propriado pelo método de inoculação das sementes, para as três cultivares avaliadas. De acordo com Vieira (1998), o teste de tetrazólio tem propriado resultados próximos ao de germinação apenas para lotes de sementes de alta viabilidade.

Pode-se observar que houve redução da viabilidade das sementes com o aumento de exposição ao fungo, indicando que *Colletotrichum gloeosporioides* afetou a viabilidade das sementes das três cultivares avaliadas. Segundo Vieira e Pinho (1999), a atividade bioquímica e metabólica dos fungos pode influenciar a viabilidade das sementes, quando da interpretação do teste de tetrazólio. Mantovanelli (2001), estudando a interferência de fungos no teste de tetrazólio em sementes milho, detectou que sementes de milho inoculadas com *Penicillium* sp. apresentaram viabilidade significativamente inferior.

Colônias de *Colletotrichum gloeosporioides* na superfície da semente, sintomas em plântulas anormais e embrião das sementes de caféiro inoculadas podem ser observados na Figura 24.

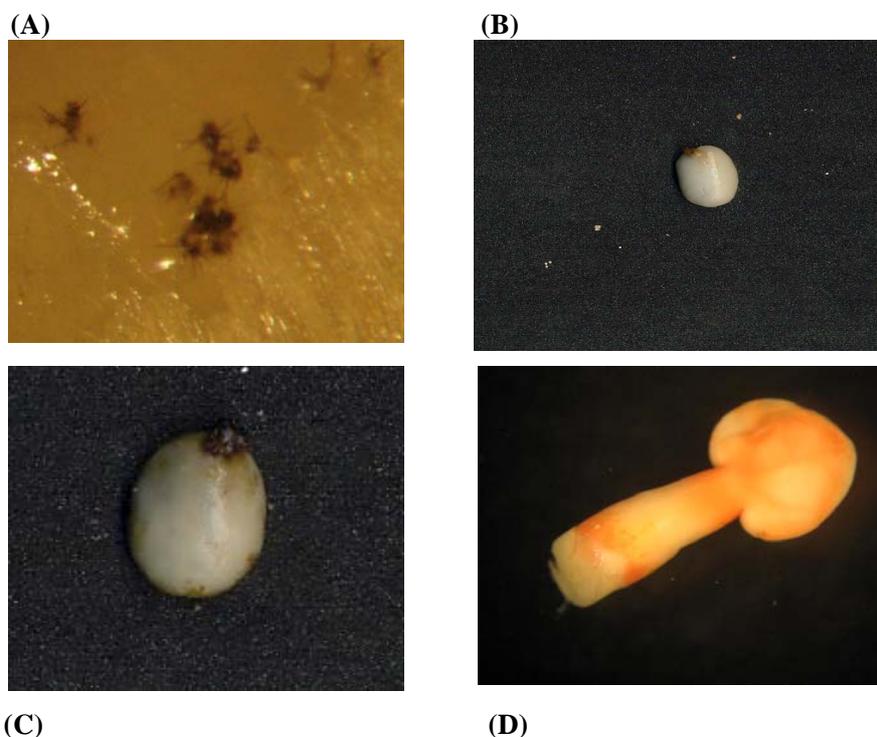


Figura 24 Sinais de *Colletotrichum gloeosporioides* na superfície da semente (A); sintomas em plântulas anormais (B e C) e dano no eixo hipocótilo radícula (D).

3.5 Eletromicrografia de varredura

Os resultados da análise de microscopia eletrônica de varredura revelaram que *Colletotrichum gloeosporioides* colonizou o endocarpo (pergamino) das sementes de café. Observam-se, pela Figura 25, hifas do fungo colonizando o pergamino de sementes de café das cultivares Mundo Novo IAC 379-19 (Figura 25A) e Catuaí Vermelho (Figura 25B).

Verificou-se também a presença de hifas e conídios do referido fungo no embrião das sementes da cultivar Catuaí Vermelho (Figura 25C e D).

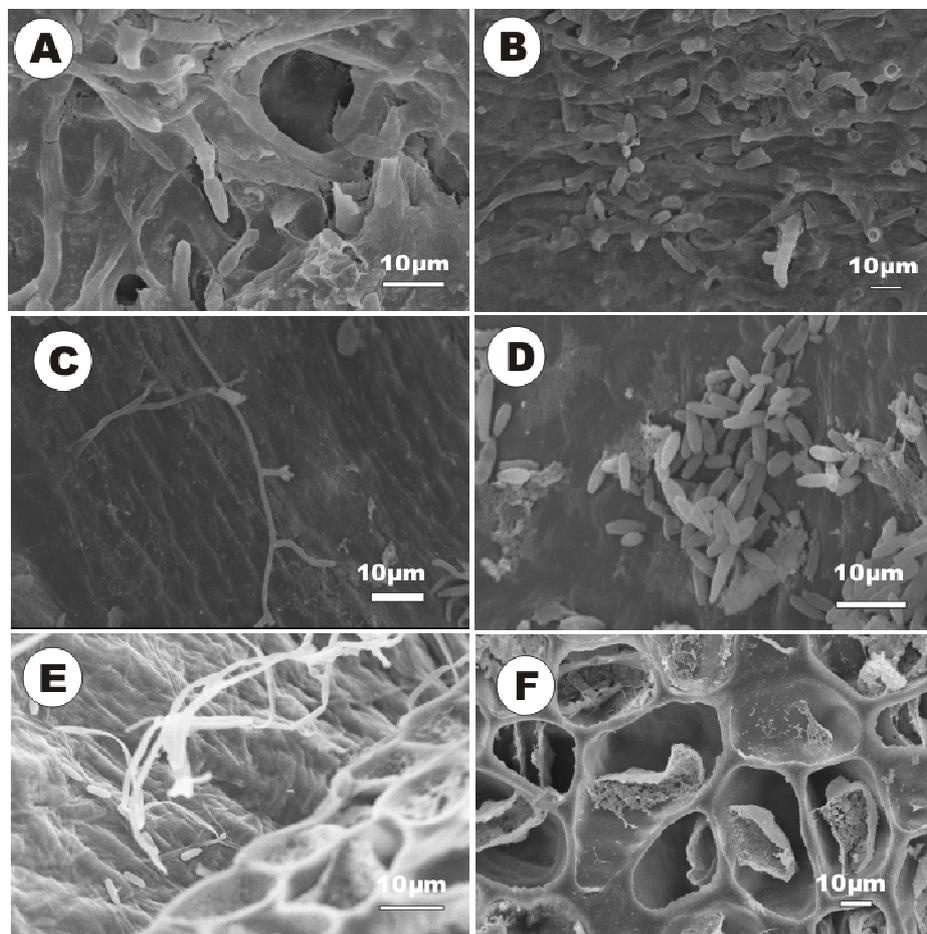


Figura 25 Eletromicrografia de varredura do endocarpo, embrião e endosperma de sementes de café inoculadas com *Colletorichum gloeosporioides*. (A) Conídios e hifas do fungo sobre o endocarpo (pergaminho); (B) colonização do endocarpo. (C) hifa e conídio no embrião; (D) conídios no embrião; (E) colonização do fungo no endosperma e (F) endosperma não colonizado pelo fungo.

Nas observações em endosperma, foi possível verificar a presença de hifas colonizando as células do endosperma da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44 (Figura 25E). Ferreira, Abreu e Pereira (2005), em estudos de colonização de frutos maduros de cafeeiro, por meio de inoculação em MEA 2%, verificaram

índices médios de infecção por *Colletotrichum* spp. de 86,6% nos tecidos do exocarpo e mesocarpo, 9,72% no endocarpo e 8,3% no endosperma. De acordo com Ferreira (2006), frutos de cafeeiro com sintomas de mancha-manteigosa apresentam infecções nos tecidos do exocarpo, mesocarpo, endocarpo e endosperma.

4 CONCLUSÕES

A incidência de *Colletotrichum gloeosporioides* nas sementes teve aumento gradual com o aumento do tempo de exposição ao fungo. A cultivar Catuaí Vermelho apresentou maior incidência de *C. gloeosporioides*, seguida das cultivares Catuaí Vermelho IAC-44 e Mundo Novo 379-19.

O efeito de *Colletotrichum gloeosporioides* na germinação das sementes e no estabelecimento de plântulas de cafeeiro é variável, dependendo da suscetibilidade da cultivar utilizada, da presença do pergaminho e do tempo de exposição ao fungo. A cultivar Catuaí Vermelho apresenta maior suscetibilidade à ação do fungo na germinação.

A viabilidade da semente decresce com o aumento do potencial de inóculo de *Colletotrichum gloeosporioides* na semente.

A penetração do fungo ocorre mesmo com a presença do endocarpo e influencia negativamente a viabilidade das sementes.

Sementes de cafeeiro inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides* apresentam colonização do endocarpo, do endosperma e do embrião.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. **Curso introdutório á microscopia eletrônica de varredura**. Lavras: FAEPE/UFLA, 2005. 43 p. Apostila.
- BARCELOS, A. F. et al. Estimativa das frações dos carboidratos, da casca e polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1566-1571, set./out. 2001.
- _____. Parâmetros bromatológicos da casca e polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 780-790, jul./ago. 2002.
- BARROCAS, E. N. **Efeitos de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em sementes e plantas de algodoeiro e detecção, por meio de pcr, de *Stenocarpella* sp. em sementes de milho inoculadas**. 2008. 110 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes armazenadas de café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1849-1856, jul. 2008.
- CARVALHO, A. M. C. **Condicionamento fisiológico em matriz sólida durante o armazenamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com diferentes graus de umidade**. 2009. 217 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- DELOUCHE, J. C. et al. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103 p.
- DIAS, M. D. **Caracterização morfológica, bioquímica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. em *Coffea arabica* L.** 2002. 64 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

DORIZZOTO, A. **Caracterização morfológica e patogenicidade de *Colletotrichum* sp associados a cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em dois municípios de Minas Gerais.** 1993. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1993.

DORIZZOTO, A.; ABREU, M. S. Caracterização cultural e morfológica de *Colletotrichum coffeanum* Noack e *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 26., 1993, Aracajú. **Anais...** Brasília: SBF, 1993a. p. 306.

_____. Reação de plântulas e frutos verdes de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) a *Colletotrichum coffeanum* Noack e *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 26., 1993, Aracajú. **Anais...** Brasília: SBF, 1993b. p. 285.

FAVARINI, J. L. et al. Características da semente em relação ao seu potencial fisiológico e a qualidade de mudas de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 13-19, mar./abr. 2003.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

FERREIRA, J. B. **Aspectos histopatológicos, epidemiologia e controle da mancha manteigosa em *Coffea arabica* L.** 2006. 159 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FERREIRA, J. B.; ABREU, M. S.; PEREIRA, I. S. Incidência de *Colletotrichum* spp. em frutos de *Coffea arabica* L. em diferentes estádios fisiológicos e tecidos do fruto maduro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 880-885, jul./ago. 2005.

GUIMARÃES, R. J. **Formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.): efeitos de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de sementes e do uso de N e K em cobertura, no desenvolvimento de mudas.** 1995. 133 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R. L. Accelerated germination by osmotic seed treatment. **Nature**, London, v. 246, n. 2, p. 42-44, 1993.

LINS, S. R. de O. **Estudos histopatológicos da mancha manteigosa em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e comportamento de isolado de *Colletotrichum* spp em plantas obtidas por cultura de embrião.** 2006. 117 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MACHADO, J. da C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 107 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, Apr. 1962.

MANTOVANELI, M. C. H. **Interferência de alguns fungos no teste de tetrazólio e de danos mecânicos, tratamento fungicida e do armazenamento na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.).** 2001. 173 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

NECHET, K. de L.; ABREU, M. S. Caracterização morfológica e testes de patogenicidade de isolados de *Colletotrichum* sp. obtidos de cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1135-1142, nov./dez. 2002.

NEERGAARD, P. **Seed pathology.** London: MacMillan, 1979. v. 1, 839 p.

OROZCO, M. E. F. **Caracterização morfológica, molecular, bioquímica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. associados ao cafeeiro em Minas Gerais e comparação com *Colletotrichum kahawae*.** 2003. 147 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

OROZCO, M. E. F. et al. Incidência de *Colletotrichum* spp. em frutos cereja e sementes de café arábica (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7., 2002, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002a. p. 59.

_____. Transmissão de *Colletotrichum* spp., por sementes de café arábica (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7., 2002, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002b. p. 93.

PEREIRA, I. S. **Compatibilidade vegetativa e sexual do complexo *Glomerella-Colletotrichum* associado ao cafeeiro e estudos histopatológicos.** 2005. 92 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

PIERRE, R. O. **Óleo essencial e extratores de cravo-da-índia no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da mancha manteigosa, em sementes e mudas de café.** 2009. 61 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

RIBEIRO FILHO, E. **Degradabilidade in situ da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro da casca de café e desempenho de novilhos mestiços em fase de recria.** 1998. 55 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de alfaca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 253-258, jan./fev. 2000.

SILVA, E. M.; CARVALHO, R.; ROMANIELLO, M. M. **Mudas de cafeeiro: tecnologias de produção.** Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 56 p. (Boletim Técnico, 60).

TANAKA, M. A. S.; MACHADO, J. C. Patologia de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 122, p. 40-46, fev. 1985.

TANAKA, M. A. S.; MENTEN, J. O. M.; MARIANO, M. I. A. Inoculação artificial de sementes de algodão com *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* e infecção das sementes em função do tempo de exposição ao patógeno. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 15, n. 6, p. 233-237, jul./dez. 1989.

TEIXEIRA, M. N. M. **Determinação da degradabilidade “in situ” das diferentes frações da casca de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.).** 1999. 44 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

VÁLIO, I. F. M. Germination of coffee seeds (*Coffea arabica* L.) cv. Mundo Novo. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 27, n. 100, p. 983-991, 1976.

VARGAS, G. E.; GONZALES, U. L. C. La mancha mantecosa del café causada por *Colletotrichum* spp. **Turrialba**, San José, v. 22, n. 2, p. 129-135, 1972.

VIEIRA, M. das G. G. **Testes rápidos para determinação da viabilidade e da incidência de danos mecânicos em sementes de cafeeiro.** Lavras: UFLA, 1998. 34 p. (Boletim Agropecuário, 26).

VIEIRA, M. das G. G.; PINHO, E. V. R. von. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8-13.

ANEXO - A

TABELA 1 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores de área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da ferrugem em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, nos anos de 2007 e 2008.

FV	GL	AACPI	AACPS
Cultivares	4	1685,142 *	107.190*
Ano	1	3718,369*	143.911*
Cultivares x Ano	4	747,166*	51,009*
Bloco	3	180,519 ^{NS}	8,844 ^{NS}
Erro	27	163,895	14,532
CV(%)		16,81	28,34

^{NS} não significativo, * significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores de área abaixo da curva de progresso do índice de área foliar (AACPIAF) e produtividade de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, nos anos de 2007 e 2008.

FV	GL	AACPIAF	Produtividade
Cultivares	4	53412,607*	2,163 ^{NS}
Ano	1	81405,506*	5,234*
Cultivares x Ano	4	6277,553 ^{NS}	4,068*
Bloco	3	5890,951 ^{NS}	3,108*
Erro	27	16000,802	0,806
CV(%)		9,88	21,81

^{NS} não significativo, * significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 3 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores de área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, nos anos de 2007 e 2008.

FV	GL	AACPI	AACPS
Cultivares	4	2554,617*	49,902*
Ano	1	214,219 ^{NS}	3,347 ^{NS}
Cultivares x Ano	4	81,476 ^{NS}	1,481 ^{NS}
Bloco	3	138,245 ^{NS}	2,325 ^{NS}
Erro	27	137,596 ^{NS}	3,769
CV(%)		20,62	24,74

^{NS} não significativo, * significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 4 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores de incidência e severidade da cercosporiose em frutos de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, nos anos de 2007 e 2008.

FV	GL	Incidência	Severidade
Cultivares	4	6,414*	1,567*
Ano	1	10,587*	3,299*
Cultivares x Ano	4	2,907*	0,777*
Bloco	3	1,442 ^{NS}	0,452 ^{NS}
Erro	27	0,771	0,257
CV(%)		34,33	28,58

^{NS} não significativo, * significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 5 Resumo da análise de variância (quadrados médios) das concentrações de N, Mg e K, em % de matéria seca nas folhas de cultivares de café sob cultivo orgânico, nos anos de 2007 e 2008.

FV	GL	N	Mg	K
Cultivares	4	0,110 ^{NS}	0,009 ^{NS}	0,750*
Ano	1	0,891*	0,049*	0,228*
Cultivares x Ano	4	0,040 ^{NS}	0,002 ^{NS}	0,124 ^{NS}
Bloco	3	0,057 ^{NS}	0,007 ^{NS}	0,069 ^{NS}
Erro	27	0,044	0,004	0,047
CV(%)		7,03	16,12	9,65

^{NS} não significativo, * significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 6 Resumo da análise de variância (quadrados médios) das concentrações de Ca, P e S, em % de matéria seca nas folhas de cultivares de café sob cultivo orgânico, nos anos de 2007 e 2008.

FV	GL	Ca	P	S
Cultivares	4	0,299*	0,0135*	0,00339*
Ano	1	7,064*	0,0058*	0,00002 ^{NS}
Cultivares x Ano	4	0,406*	0,0052*	0,00029 ^{NS}
Bloco	3	0,146*	0,0006*	0,00042 ^{NS}
Erro	27	0,048	0,0011	0,00048
CV(%)		12,06	18,28	9,52

^{NS} não significativo, * significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 7 Resumo da análise de variância (quadrados médios) das concentrações de B, Cu, Mn, Zn e Fe, em ppm, de matéria seca nas folhas de cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico, nos anos de 2007 e 2008.

FV	GL	B	Cu	Mn	Zn	Fe
Cultivares	4	518,272 ^{NS}	4,493 ^{NS}	3,140*	120,543*	1108,042 ^{NS}
Ano	1	5198,400*	50,086*	5,554*	1778,222*	987,042 ^{NS}
Cultivares x Ano	4	510,5869 ^{NS}	3,799 ^{NS}	0,143 ^{NS}	39,723 ^{NS}	3652,903*
Bloco	3	186,856 ^{NS}	0,347 ^{NS}	0,544 ^{NS}	13,650 ^{NS}	731,899 ^{NS}
Erro	27	230,709	2,819	0,592	22,463	906,123
CV(%)		15,64	25,04	18,04	22,76	22,65

^{NS} não significativo, * significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 8 Análise da fertilidade do solo para macronutrientes nas parcelas experimentais.

Ano	pH (H ₂ O)	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem
				mg/dm ³				cmol/dm ³				%	dag/kg	mg/kg
2007	7,0	376,5	151	5,9	2,12	0,0	1,6	8,4	8,4	10,0	83,6	0	3,3	24,8
2008	7,2	328,2	268,4	5,44	1,84	0,0	1,32	7,9	7,9	9,3	85,7	0	2,5	25,7

TABELA 9 Análise da fertilidade do solo para micronutrientes e enxofre nas parcelas experimentais.

Ano	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
2007	24,4	62,6	62,0	2,7	0,9	19,3
2008	26,5	42,1	55,0	2,2	3,1	8,3

TABELA 10 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores de incidência e severidade de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* em cultivares de cafeeiro.

FV	GL	Incidência	Severidade
Cultivares	1	26,47*	5,78*
Isolados	5	31,67*	10,26*
Cultivares x Isolados	5	1,67 ^{NS}	0,81 ^{NS}
Erro	24	2,83	1,33
CV(%)		33,72	38,26

^{NS} não significativo, * significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F

TABELA 11 Resumo da análise de variância (quadrados médios) para os resultados dos testes de germinação (G), sementes mortas mais plântulas infectadas (SM + PLI), índice de velocidade de emergência(IVE), tetrazólio (TZ), sanidade (SAN), para sementes inoculadas com pergaminho, em função dos períodos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides*.

FV	GL	QM				
		G	SM+PLI	IVE	TZ	SAN
Cultivar	2	5299,18*	21,74*	0,9631*	70,39*	647,39*
Tempo	5	1501,14*	6,76*	0,3101*	219,26*	613,42*
Cultivar x Tempo	10	130,81*	1,96*	0,0335*	22,12*	49,52*
Erro	54	59,68	0,49	0,0079	8,42	9,74
CV(%)		12,27	17,79	14,65	3,22	25,77

*significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 12 Resumo da análise de variância para os resultados dos testes de germinação (G), sementes mortas mais plântulas infectadas (SM + PLI), índice de velocidade de emergência(IVE), para sementes inoculadas sem pergaminho, em função dos períodos de exposição a *Colletotrichum gloeosporioides*.

FV	GL	QM		
		G	SM+PLI	IVE
Cultivar	2	82,06 ^{NS}	0,93 ^{NS}	0,3343*
Tempo	5	265,96*	7,40*	0,1197*
Cultivar x Tempo	10	117,19*	1,71*	0,0454*
Erro	54	34,07	0,57	0,0158
CV(%)		6,52	43,35	9,55

*significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.