



Universidade Estadual de Londrina

Gustavo Hiroshi Sera

**COMPORTAMENTO EM CAMPO DE GENÓTIPOS
DE CAFÉ ARÁBICA À NECROSE DE FRUTOS
ASSOCIADA AO *Colletotrichum* SPP.**

**Londrina
2006**



Universidade Estadual de Londrina
Instituto Agronômico do Paraná
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Gustavo Hiroshi Sera

**COMPORTAMENTO EM CAMPO DE GENÓTIPOS DE
CAFÉ ARÁBICA À NECROSE DE FRUTOS ASSOCIADA
AO *Colletotrichum* SPP.**

Londrina
2006

Gustavo Hiroshi Sera

**COMPORTAMENTO EM CAMPO DE GENÓTIPOS DE CAFÉ
ARÁBICA À NECROSE DE FRUTOS ASSOCIADA AO
Colletotrichum SPP.**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação, em Genética e Biologia Molecular, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Tumoru Sera

Londrina
2006

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S481c Sera, Gustavo Hiroshi.
Comportamento em campo de genótipos de café arábica à
necrose de frutas associada ao *Colletotrichum* spp. /
Gustavo Hiroshi Sera. – Londrina, 2006.
ii, 90f. : il.

Orientador: Tumoru Sera.
Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia
Molecular) - Universidade Estadual de Londrina, 2006.
Inclui bibliografia.

1. Café – Melhoramento genético – Teses. 2. Antracnose
– Teses. 3. Café – Cultivo – Teses. 4. Genética molecular –
Teses. I. Sera, Tumoru.
II. Universidade Estadual de Londrina. III. Título.

CDU

631.52:633.73

Gustavo Hiroshi Sera

**COMPORTAMENTO EM CAMPO DE GENÓTIPOS DE CAFÉ
ARÁBICA À NECROSE DE FRUTOS ASSOCIADA AO
Colletotrichum SPP.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. **Martin Homechin**
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. **Ney Sussumu Sakiyama**
Universidade Federal de Viçosa

Dr. **Tumoru Sera**
Instituto Agronômico do Paraná

Londrina, 21 de fevereiro de 2006.

Aos meus pais, Tumoru Sera e Alice Enomoto Sera, pelo incentivo e apoio.

À toda minha família e amigos, pelo companheirismo e ajuda nos momentos difíceis.

À minha amada esposa, Glaucia da Silva Mariucci Sera, que muito me apoia e é muito especial na minha vida.

DEDICO ESTA TESE

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Londrina, à coordenação do curso de mestrado em Genética e Biologia Molecular e aos professores do Departamento de Biologia Geral, pela oportunidade de realizar o mestrado neste curso.

Ao CNPq pelo apoio financeiro para execução deste trabalho e bolsa concedida.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café pelo apoio financeiro no projeto “Obtenção de cafeeiros com resistência múltipla às pragas, doenças e nematóides”.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) pelo apoio financeiro para execução deste trabalho e pela oportunidade de trabalhar neste centro de excelência em pesquisa científica.

Ao meu orientador e pai Tumoru Sera, pelos seus grandes conhecimentos na cultura de café em geral e pela orientação durante a minha graduação em Agronomia e no mestrado, os quais contribuíram muito na minha formação como Engenheiro Agrônomo.

Aos companheiros de trabalho do IAPAR que contribuíram para a execução deste trabalho e que compartilharam junto as avaliações de campo.

Aos doutores Ney Sussumu Sakiyama, Rui Pereira Leite, Martin Homechin, Édison Miglioranza e Josué Maldonado Ferreira, pelas sugestões e por aceitar participar nas bancas de qualificação e de defesa da tese.

À Sueli, secretária do mestrado em Genética e Biologia Molecular, por seu apoio eficiente e paciência.

Aos amigos do mestrado pelos bons momentos que passamos juntos durante o curso.

Ao amigo Dhalton S. Ito pela ajuda na minha tese, companheirismo tanto nos momentos de trabalho como na diversão.

Aos amigos Fábio M. Shono, Seiji Iwanaga, Gilberto T. Yano, Marcel Kageyama, Alberto T. Yuyama, Leonardo Hashimoto, Eduardo A. Ruas e outros, que, mesmo não ajudando diretamente na minha tese, participaram me apoiando durante o mestrado.

A todas aquelas pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do curso.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	14
3. ARTIGO 1: Resistência parcial à necrose de frutos associada ao <i>Colletotrichum</i> spp. entre genótipos de café (<i>Coffea arabica</i> L.) em condições de campo	15
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
CONCLUSÕES	32
4. ARTIGO 2: Variabilidade para resistência parcial à necrose dos frutos associada a <i>Colletotrichum</i> spp. em campo entre cultivares de café (<i>C. arabica</i> L.) de diferentes origens	35
RESUMO	36
ABSTRACT	37

INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
CONCLUSÕES	58
5. ARTIGO 3: Correlação entre a necrose de frutos associada ao <i>Colletotrichum</i> spp. com as características frutos por nó e produtividade entre genótipos de café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.)	59
RESUMO	60
ABSTRACT	61
INTRODUÇÃO	62
MATERIAL E MÉTODOS	65
RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
CONCLUSÕES	70
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
7. ANEXOS	83

SERA, Gustavo Hiroshi. **Comportamento em campo de genótipos de café arábica à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp.**. 2006. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina.

RESUMO

O fungo *Colletotrichum* vem sendo associado a graves perdas para a cafeicultura brasileira. A presente pesquisa buscou identificar fontes de resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. em cultivares e seleções de café arábica, bem como verificar a associação existente entre a necrose dos frutos com outras variáveis. Foram avaliados dois ensaios de campo, denominados E0104 e E0201, no Instituto Agrônomo do Paraná (Londrina, PR, Brasil). Nos dois ensaios foi visada a identificação de fontes de resistência à necrose de frutos e somente no E0201 foi estimada a associação existente entre a variável necrose de frutos (“COL”) com a quantidade média de frutos por nó produtivo (“FN”) e com a produção (“PRD”). Além dessas variáveis, também foi avaliada o índice de luminosidade dentro da copa da planta (“LUM”) nos ensaios E0104 e E0201. O experimento E0104 constitui-se de 25 tratamentos no delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições e 10 plantas por parcela, as quais foram avaliadas em janeiro de 2004 para as variáveis COL, LUM e FN. No ensaio E0201, constituído de 29 genótipos de café, foram avaliadas as variáveis COL, FN e LUM em dezembro de 2004, num ensaio de campo no IAPAR. Foi avaliada a variável “COL” atribuindo notas de 1 a 5, onde 1 representa plantas com 0 a 5 % de frutos necrosados e nota 5 para plantas com mais de 41 % dos frutos necrosados. “FN” foi avaliada seguindo uma escala de notas de 1 a 5, onde 1 representam plantas com 0 a 3 frutos/ nó e nota 5 com mais do que 15 frutos/ nó. A avaliação da variável “LUM” foi visual e seguiram as notas de 1 a 5, onde 1 representa plantas com pouca luminosidade dentro da copa da planta e 5 com alta incidência de luz. A variável PRD no ensaio E0201 foi avaliada visualmente em litros de frutos cereja por planta e realizada em maio de 2005. A correlação de Pearson foi estimada para avaliar a existência de associações entre as variáveis. Observaram-se diferentes níveis de resistência parcial nos cafeeiros avaliados, sendo desde altamente suscetível (4,35) até moderadamente resistente (1,77). Os genótipos IPR 100 (1,84), IPR 105 (1,90), Obatã IAC 1669-20 (1,88), Catucaí Vermelho 4-79 (1,90) e IAPAR-00023 (1,77) se comportaram como moderadamente resistentes, enquanto que as cultivares Mundo Novo IAC 464-12 (3,83) e Costa Rica 95 (4,00) foram suscetíveis e altamente suscetíveis, respectivamente. Existe segregação para a resistência nas diversas cultivares do “Catucaí”, “Icatu”, “Catucaí”, “Sarchimor” e outros. Foram observadas correlações positivas e significativas a 1 % entre “COL” e “FN” e entre “COL” e “PRD”. A necrose de frutos associada com a presença de *Colletotrichum* spp. foi mais intensa em cafeeiros com mais produção e com mais frutos por nó produtivo. A avaliação da resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp., em condições de campo, é facilitada se realizada em cafeeiros com alta produção e com alta quantidade de frutos por nó produtivo.

Palavras-chave: antracnose, *Coffea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivares, cultura do café, melhoramento genético.

SERA, Gustavo Hiroshi. **Field performance of arabica coffee genotypes to fruit necrosis associated to *Colletotrichum* spp.** 2006. Dissertation (Magister Science in Genetics and Molecular Biology) – Universidade Estadual de Londrina.

ABSTRACT

Different fungi species of genus *Colletotrichum* have been associated to losses for Brazilian coffee crop. The aims of this research were to identify resistance sources to fruits necrosis associated to *Colletotrichum* spp. in *Coffea arabica* cultivars and selections and to evaluate the association between the fruit necrosis with other variables. Two field assays were evaluated, named E0104 and E0201, at Instituto Agronômico do Paraná (Londrina, PR, Brazil). In the two assays was aimed the identification of resistance sources to fruit necrosis and only in E0201 was researched the association between the fruit necrosis variable (“COL”) with the fruits per productive node average (“FN”) and with the yield (“PRD”). Besides those variables, the luminosity index inside of the plant canopy (“LUM”) was evaluated in E0104 and E0201. In the E0104 experiment, twenty five coffee progenies were evaluated using experimental design as randomized blocks with 3 replications and 10 plants per plot, which were evaluated for the variables COL, LUM and FN in January 2004. Twenty nine coffee genotypes were evaluated in the field assay E0201 at IAPAR for the variables COL, FN and LUM in December, 2004. The COL variable were evaluated attributing scores from 1 to 5, where score 1 represents plant with 0 to 5 % of necrosed fruits and score 5 for plants with more than 41 % of necrosed fruits. “FN” were evaluated following a score scale from 1 to 5, where score 1 represent plants with 0 to 3 fruits/ node and score 5 with more than 15 fruits/ node. The evaluation of the variable “LUM” was visual and followed the scores from 1 to 5, where score 1 represent plants with low luminosity inside of the canopy and score 5 with high luminosity. In the E0201 assay the yield per plant variable was estimated by visual evaluation in liters of cherry fruits per plant accomplished in May 2005. The Pearson’s coefficient of correlation was estimated to evaluate the associations between variables. It was observed coffees with different partial resistance levels, varying from highly susceptible (4.35) to moderately resistant (1.77). The genotypes IPR-100 (1.84), IPR105 (1.90), Obatã IAC 1669-20 (1.88), Catucaí Vermelho 4-79 (1.90) and IAPAR-00023 (1.77) presented moderate resistance, while that the cultivars Mundo Novo IAC 464-12 (3.83) and Costa Rica 95 (4.00) were susceptible and highly susceptible, respectively. There are segregation to resistance in different cultivars, “Catucaí”, “Icatu”, “Catucaí”, “Sarchimor” and others. Positive and significant correlations were observed at 1 % between “COL” x “FN” and between “COL” x “PRD”. The fruit necrosis associated with the *Colletotrichum* spp. presence was higher on coffees with higher yield and with higher amount of fruits per productive node. The field evaluation for resistance to fruit necrosis is better if accomplished on coffee trees with high yield and with high amount of fruits per productive node.

Key words: antracnosis, breeding, *Coffea*, coffee crop, *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivars.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo este produto um dos principais para a economia brasileira, movimentando anualmente cerca de US\$ 3,4 bilhões (indústria, US\$ 1,5 bi.; exportação, US\$ 1,8 bi.; e solúvel, 0,1 bi.) (Caixeta, 2001). Produto de exportação mundial, o café representa para 30 % dos países exportadores mais da metade de sua receita cambial e para os 70 % restantes, contribui com mais que 25 % do valor das exportações totais (Caixeta, 1998). No Brasil, a participação do café é de 7 % do total das exportações de produtos de origem agropecuária (Harada et al., 2003). Assim, o café continua sendo um dos mais importantes produtos agrícolas de exportação gerando riquezas, divisas para o país e com grande função social.

Dentre as 100 espécies de café existentes, *Coffea arabica* L. (café arábica) e *C. canephora* Pierre (café robusta) são as de maior cotação no mercado internacional (Fazuoli, 1986). A espécie *C. arabica* é a única tetraplóide com $2n = 44$ cromossomos, multiplicando-se predominantemente por autofecundação (Carvalho & Monaco, 1962 *apud* Fazuoli, 1986). As demais espécies, incluindo *C. canephora*, são diplóides com $2n = 22$ cromossomos e são autoincompatíveis, se multiplicando exclusivamente por fecundação cruzada (Berthaud, 1980 *apud* Fazuoli, 1986). O café robusta é de qualidade inferior, sendo que o arábica apresentam preços melhores no mercado mundial.

Apesar da importância econômica mundial estar restrita a estas duas espécies, os programas de melhoramento atuais têm buscado aproveitar as características favoráveis existentes em outras espécies. A variabilidade existente entre e dentro das espécies é elevada, podendo ser encontradas características altamente

desejáveis do ponto de vista de resistência a moléstias e pragas, resistência à seca e outras variações ambientais (Fazuoli, 1986).

A produtividade brasileira média de café é de 16 a 18 sacas de 60 kg em grãos por hectare (scB/ ha) (Brando, 2003), entretanto, o potencial produtivo de uma lavoura é maior do que 70 scB/ ha em cafeeiros irrigados (Soares, 2001) podendo chegar até 120 scB/ ha como no caso de uma lavoura relatada por Rena et al. (2001) com 5 anos, densidade de 5000 plantas por hectare, sob pivô central e localizada na região de Barreiras, BA, a 720 m de altitude. Regiões específicas do cerrado da Bahia produzem mais de 50 scB/ha (Brando, 2003).

Vários fatores podem contribuir para a baixa produtividade média do café brasileiro a exemplo do manejo, tratos culturais e cultivares inadequadas e ocorrência de pragas e doenças que causam danos econômicos, como é o caso da ferrugem e bicho-mineiro. Atualmente, no Brasil tem sido observada a redução na produtividade e qualidade de frutos de café devido à necrose de frutos associada a fungos do gênero *Colletotrichum*.

Masaba & Waller em 1992 relataram que a única espécie de *Colletotrichum* limitante para o cafeeiro *Coffea arabica* é o *C. kahawae*, agente causal da doença “Coffee Berry Disease” (CBD), a qual incide em regiões com elevada altitude na África, com predominância de condições de umidades prolongadas e temperaturas amenas. Dependendo da agressividade do isolado pode ocorrer redução de até 80 % na produção devido ao ataque em flores, frutos verdes e maduros, se não realizado o tratamento químico.

Entretanto, recentemente, diferentes espécies do *Colletotrichum* vêm sendo associadas a danos na cultura do café no Brasil (Dorizzotto, 1993; Juliatti et al., 2000; Paradela-Filho et al., 2001; Orozco-Miranda, 2003; Silva et al., 2005; Ferreira et

al., 2005a). Além de perda na produção, direta ou indireta, provocada pela morte de flores, frutos, ramos e folhas descritos por Paradela-Filho et al. (2001), este fungo acelera a maturação dos frutos, podendo afetar a qualidade e peso dos grãos conforme Orozco-Miranda (2003).

Dentre as populações de *Colletotrichum* investigadas nas Américas do Sul e Central e, Índia foi encontrado o *C. gloeosporioides*, e o *C. kahawae* não foi observado (Hindorf, 1975). Em abril de 1977, em um cafezal de Ouro Fino – MG, foi observada significativa queda prematura dos frutos, os quais apresentavam pontos de cor amarelo palha deprimidos, dos quais isolou-se o *C. gloeosporioides* Penz. (Figueiredo & Mariotto, 1978).

Das diferentes regiões cafeeiras do Brasil vem sendo isolada a espécie *C. gloeosporioides* (Dorizzotto, 1993; Juliatti et al., 2000; Orozco-Miranda, 2003; Zambolim et al., 2003; Silva et al., 2005; Ferreira et al., 2005a).

Em Minas Gerais, a partir de lesões jovens presentes nas folhas de cafeeiros adultos foi isolado *C. coffeanum*, agente causal da mancha manteigosa, e de mudas com lesões foi isolado *C. gloeosporioides*. Em testes de patogenicidade com frutos verdes destacados tanto *C. coffeanum* quanto *C. gloeosporioides* se mostraram patogênicos (Dorizzotto, 1993). Em outros cafezais desse mesmo Estado, sintomas semelhantes aos provocados pelo CBD, têm sido constatados em folhas, frutos e ramos (Juliatti et al., 2000). Diferenças no comportamento de oito isolados de *C. gloeosporioides* quanto à patogenicidade e associados à análise de DNA, sugerem diferentes espécies e/ou patotipos (raças) patogênicos e não patogênicos, associados aos sintomas de antracnose nas folhas, ramos e frutos, em cafeeiros de Minas Gerais (Juliatti et al., 2000). Orozco-Miranda (2003) identificou isolados de *Colletotrichum* spp. como pertencentes às espécies *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*. Esses isolados

diferiram claramente de *C. kahawae*. Os isolados de *C. acutatum* foram obtidos a partir de amostras em cafeeiros do Estado de Minas Gerais com sintomas de necrose em folhas e ramos e em ramos com seca de ponteiros. Os isolados de *C. gloeosporioides* foram obtidos a partir dos seguintes sintomas: mancha manteigosa em folhas e frutos; necrose em folhas, frutos e ramos; seca de ponteiros em ramos; e antracnose nos frutos. Este mesmo pesquisador considerou que os isolados de *C. gloeosporioides* que ocasionam os sintomas de mancha manteigosa, seca de ponteiros e necrose em frutos, constituem raças patogênicas desta espécie, e propôs que os isolados deste fungo que ocasionam a mancha manteigosa deve ser denominada como *C. gloeosporioides* raça mancha manteigosa.

Zambolim et al. (2003) realizaram no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) isolamentos em cafeeiros de diferentes regiões produtoras do país, e constatou somente o *C. gloeosporioides*. Entretanto, tem sido difícil comprovar a patogenicidade deste fungo devido a dificuldade para desinfetar os tecidos da planta e pela característica endofítica do *C. gloeosporioides* nos tecidos do hospedeiro (Zambolim et al., 2003). Também relatam tratar-se de fungo oportunista de tecidos e que sintomas como necrose em ramos e frutos do cafeeiro no campo, se manifestam em situações em que a planta é submetida a estresses como temperatura, umidade, desequilíbrio e deficiência nutricional.

Através do exame de mais de 400 isolados, Silva et al. (2005) identificaram o *C. gloeosporioides* a partir de amostras de folhas, ramos e frutos escurecidos e necrosados provenientes de diferentes regiões cafeeiras do Estado do Paraná, sendo que para pouco mais de 5 % dos isolados foi encontrada a forma perfeita *Glomerella cingulata*. Em folhas de cafeeiros Ferreira et al. (2005a) encontraram a

presença do *C. gloeosporioides* causando necrose com diferentes níveis de severidade nas diferentes cultivares.

Segundo Paradela-Filho & Paradela (2001) ainda são escassos os conhecimentos a cerca do modo de sobrevivência, patogenicidade, mecanismo de variação, espécies e/ou raças, fatores favorecedores da infecção, disseminação, mecanismo de resistência das plantas e métodos de controle para o *Colletotrichum* spp. presente nos cafezais do Brasil. Esses pesquisadores relataram que *Colletotrichum* spp. encontra-se presente em praticamente todas as plantas de café, ocorrendo sob três diferentes formas: patogênica que se desenvolve em condições de alta umidade e temperaturas amenas; pouco agressiva considerada sua forma normal para sobrevivência na planta; e a forma saprofítica, na qual podem ser desenvolvidas estruturas que podem ser importantes fontes de inóculo para disseminação.

Os sintomas comumente observados em cafeeiro associados ao *Colletotrichum* spp. são: escurecimento e morte das estípulas dos nós; manchas irregulares necróticas próximas às margens das folhas e queda; desenvolvimento de manchas pardas no caule verde das plântulas podendo levar a morte; lesões necróticas de pardas a negras em gemas, flores, chumbinhos e frutos, com conseqüente morte e queda destes e, enegrecimento e morte de ramos (Paradela-Filho et al., 2001). Esses mesmos sintomas estão sendo atribuídos ao ataque do complexo *Phoma/ Ascochyta* (Coffea ..., 2005), e alguns pesquisadores relatam a maior tolerância do genótipo Catucaí Amarelo 2SL ao complexo *Phoma/ Ascochyta* (Matiello et al., 2001; Krohling et al., 2002; Krohling et al., 2003; Krohling et al., 2004). Entretanto, Paradela-Filho et al. (2001) descreveram que de todos os sintomas descritos anteriormente, somente *Colletotrichum* spp. tem sido obtido em isolamentos e relatam a possibilidade da existência de diferentes isolados, uma vez que o fungo apresenta grande variabilidade

em cultura. Também relatam que, raramente, em casos de ramos com sintomas de desfolha e seca descendente tem sido encontrada uma associação entre *Colletotrichum* spp. e *Phoma* spp. Os sintomas de seca de ramos apresentando colonização dos tecidos no sentido descendente da planta, caracteriza a forma saprofítica de *Colletotrichum* spp., enquanto que a forma patogênica, muito ou pouco agressiva, está sempre associada à colonização no sentido ascendente dos tecidos, ou seja, da base para o ponteiro (Paradela-Filho & Paradela, 2001). Estes sintomas indicam a preferência de *Colletotrichum* spp. por tecidos em crescimento (Paradela-Filho et al., 2001).

Períodos contínuos com umidade elevada (7 a 10 dias de chuva) e, temperaturas amenas, em torno de 22 °C, favorecem o desenvolvimento de *Colletotrichum* spp. que passa da fase saprofítica para a parasítica (Paradela-Filho et al., 2001). Conforme Firman & Waller (1977) citado por Fernandes (2000), para *Colletotrichum* a temperatura ótima para sua germinação e desenvolvimento é ao redor dos 22 °C, com incremento ótimo na germinação aos 27 °C. Várzea et al. (2002) observaram que a 30 °C, em meio de extrato de malte, o crescimento médio diário dos isolados de *C. gloeosporioides* e *C. kahawae*, foi de 1,2 cm e 0,2 cm, respectivamente, indicando a preferência de *C. gloeosporioides* por ambientes mais quentes. Orozco-Miranda (2003) demonstrou que o crescimento micelial e esporulação de isolados de *C. gloeosporioides*, em meio malte-ágar, foi maior a 25 °C seguido de 20 °C, e esta maior do que a 15 °C e 30 °C. Segundo Paradela-Filho & Paradela (2001), quanto maior o período de molhamento dos tecidos das plantas, maior é a colonização pelo fungo. Sera et al. (2004) verificaram mais necrose de frutos associada à presença de *Colletotrichum* spp. na região de Londrina, PR, dentro da copa de cafeeiros mais sombreados ou com menor incidência de luz e arejamento, o que proporciona aumento do período de molhamento.

A nutrição da planta pode influenciar na formação do apressório de *C. gloeosporioides* (Juliatti & Silva, 2001). Sera et al. (2003a, 2004, 2005a) observaram mais necrose em frutos e seca de ramos associada ao *Colletotrichum* spp. em cafeeiros menos vigorosos, indicativo de pior nutrição.

O *Colletotrichum* spp. é capaz de causar danos nos frutos, desde verdes até passas, sem diferenças nos percentuais de infecção, dando indicação de que a penetração pode ocorrer durante a floração e, permanecer como micélio endofítico em na forma quiescente e, reiniciando o processo infeccioso no estágio de expansão dos frutos (Fernandes, 2000). Paresqui et al. (2003) obtiveram indícios de que *C. gloeosporioides* atua como endofítico em tecidos de *C. arabica*. Orozco-Miranda et al. (2002a, 2002b), Orozco-Miranda (2003) e Ferreira et al. (2005b) concluíram que espécies do *Colletotrichum* spp. colonizam endofiticamente tecidos do fruto durante os diferentes estádios de desenvolvimento, podendo ser transmitido através das sementes. Ferreira et al. (2005b) observaram maior colonização do *Colletotrichum* spp. no exocarpo e mesocarpo (casca + mucilagem) dos frutos.

Segundo Paradela-Filho & Paradela (2001), os fatores como chuva, vento, insetos, implementos agrícolas, homem e mudas infectadas favorecem a disseminação de *Colletotrichum* spp.. Conforme Amorim (1995) a água é um importante agente de dispersão de *C. coffeanum* e *C. gloeosporioides*, cujos propágulos encontram-se envolvidos por uma mucilagem, a qual impede a dispersão pelo ar. O contato da água com a mucilagem libera os conídios. Orozco-Miranda (2002a, 2002b, 2003) relatou que *Colletotrichum* spp. pode ser transmitido pela semente de café.

Paradela-Filho & Paradela (2001) relataram que produtos sistêmicos como benomil, tiofanato metílico, tebuconazole, tiofanato metílico + clorotalonil, difenoconazole e, produtos de contato como trifetil acetato de estanho, prochloraz e

trifenil hidróxido de estanho foram eficientes no controle do *Colletotrichum* spp. em condições de laboratório. Também observaram, preliminarmente, que o uso dos produtos sistêmicos ou de contato não tem impedido a colonização lenta dos ramos pela forma menos agressiva do *Colletotrichum* spp. do cafeeiro. Zambolim et al. (1997) citaram que o controle da antracnose provocada por *C. kahawae* (CBD) em outros países, como o Quênia, é feito empregando-se o princípio da proteção. Para isso, pulverização com fungicidas cúpricos tem proporcionado os melhores resultados. Pereira & Chaves (1978) citados por Zambolim et al. (1997) descreveram que o controle da CBD com fungicidas cúpricos reduz a produção de inóculo sobre os ramos e que o controle pode ser com o oxiclureto de cobre com 50% de cobre metálico e pulverizado a 1 % usando 400 litros/ ha. Conforme esses autores a aplicação é do início ao fim da estação chuvosa.

Atualmente, existe pouca pesquisa sobre o controle químico do *Colletotrichum* spp. que vem sendo isolado de flores, frutos e ramos necrosados. Além disso, o maior problema é que as épocas críticas de controle deste fungo são entre o florescimento até a frutificação, sendo que muitas vezes não coincide com a época de controle de outras doenças como a ferrugem, com conseqüentes aumentos nos custos de produção (Sera et al., 2005b).

Zambolim et al. (2003) relataram que dificilmente *C. gloeosporioides* será eliminado com o tratamento envolvendo os fungicidas registrados atualmente para a cultura do café.

Assim, é de grande importância a obtenção de cultivares com resistência parcial ou total ao *Colletotrichum* spp., provavelmente, *C. gloeosporioides*. Pouco se conhece sobre os genes de resistência e os genes de virulência e a agressividade dos diferentes isolados de *Colletotrichum* spp. e a durabilidade da resistência. O que se

conhece mais é sobre o *C. kahawae*, o que pode dar uma idéia acerca do que pode ocorrer com a durabilidade e o espectro de resistência das cultivares com gene (s) de resistência.

Tem sido observado ao longo dos anos que existe variabilidade para resistência ao CBD entre as cultivares de café. Alguns genótipos de *C. arabica* L. têm sido apontadas como parcialmente resistentes ao CBD como: Rume Sudan (Rayner, 1952; Firman, 1964; Griffiths, 1968; Van der Vossen, 1977); Geisha (Firman, 1964); Babbakka Ghimira, Barbuck Sudan, Caturra, Columnaris, Gimma Galla Sidamo, Guatemala, Moca e Padang (Coffee..., 1964); Jackson, Mundo Novo 43-7 x R. P. 13 e Sumatra (Ponte, 1965); Boma Plateau (Griffiths, 1968); Blue Mountain, K7 e Pretória (Rayner, 1952; Van der Vossen, 1977); várias cultivares da Etiópia e S 288 (Carvalho et al., 1975); Mundo Novo x S 795, 1595 e 1596, Blue Mountain x Híbrido de Timor, Caturra x Híbrido de Timor e Villa Sarchi x Híbrido de Timor (Carvalho et al., 1978).

Também foi encontrada resistência ao CBD em progênies de híbridos interespecíficos tetraplóides, como derivados do Híbrido de Timor (Griffiths, 1968; Van der Vossen et al., 1976; Carvalho et al., 1978; Walyaro, 1983; Várzea, 1995), variedade Ruiru 11 (Van der Vossen & Walyaro, 1981) e variedade Icatu (Carvalho et al., 1975; Carvalho & Mônaco, 1976; Várzea et al., 1993).

Carvalho et al. (1978) relataram que os cafeeiros derivados das hibridações “Caturra” x “Dille & Alghe” e ‘K7’ x “Híbrido de Timor” são suscetíveis ao CBD, enquanto que a cultivar SL 28 é altamente suscetível. Conforme Aguilar et al. (1997), a variedade Catuaí mostra ser suscetível ao *C. kahawae* (CBD).

Trabalhos realizados no Quênia (Van der Vossen & Walyaro, 1980) têm levado a conclusão de que a resistência ao *C. kahawae* é controlada por genes maiores em três diferentes locos. A ‘Rume Sudan’ é altamente resistente e carrega o gene

dominante R e o recessivo k . O loco R tem múltiplos alelos com os alelos R_1R_1 presentes na ‘Rume Sudan’ e os alelos menos efetivos R_2R_2 na variedade Pretoria, a qual também é portadora do gene k . A moderadamente resistente ‘K7’ carrega somente o gene recessivo k e o altamente resistente “Híbrido de Timor” carrega o gene T . Esses pesquisadores relataram que, provavelmente, a resistência do Híbrido de Timor é proveniente de *C. canephora*. A resposta resistente é caracterizada pela formação de lesões pequenas castanhas nos hipocótilos. É opinião desses pesquisadores citados que a resistência ao CBD em cafeeiros arábicos é de natureza estável. Eles baseiam essa opinião no fato de que a resistência resulta, aparentemente, de barreiras mecânicas produzidas pelos hospedeiros como resposta a infecção (Gieskes, 1976; Masaba, 1979), ou seja, um mecanismo de resistência que é provável ser inespecífico a raças. Fatos históricos comprovam a opinião dos pesquisadores, pois não existe nenhum relato de quebra de resistência desde a identificação de ‘Rume Sudan’ e ‘Pretória’ citados por Rayner (1952). Adicionalmente, a inoculação feita com mais de 200 isolados de CBD coletados no Quênia, embora mostrando alguma evidência de diferenças em agressividade não mostrou diferenças em patogenicidade.

A investigação conduzida por Van der Graaff (1981) parece não concordar com os resultados obtidos no Quênia por Van der Vossen & Walyaro (1980) como a natureza de genes maiores. Este pesquisador encontrou uma distribuição contínua nos genótipos de café e observou diferenças maiores entre progênies do que dentro das progênies e não observou a natureza qualitativa dos genes de resistência. Também observou diferentes graus de resistência ao *C. kahawae* nas diferentes metodologias de avaliações realizadas, infecção natural, campo inoculado e laboratório com fruto destacado.

Várzea et al. (2002) relataram que em 1989 foram iniciados no Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, em Portugal, pesquisas de resistência em *Coffea* com isolados de CBD de diferentes origens geográficas por meio de inoculações em hipocótilos. A resistência encontrada em *Coffea* variou conforme o isolado usado, sendo que ainda não foi encontrado nenhum genótipo de cafeeiro resistente a todos os isolados de *C. kahawae* existentes na coleção do CIFC. Entretanto, os genótipos Rume Sudan, Pretória, K7, introduções Etíopes, Sarchimor, Cavimor, variedade Colombia e Híbrido de Timor têm apresentado resistência a alguns isolados. Em testes com hipocótilos, genótipos de café apresentaram diferentes graus de resistência quando inoculados com diferentes isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* usados por Orozco-Miranda (2003).

Esses mesmos pesquisadores citaram que para cada variedade, nem todas as progênies apresentam o mesmo nível de resistência. Como exemplo eles relatam que algumas progênies de ‘Rume Sudan’ possuem elevado nível de resistência e outras apresentam alta suscetibilidade, e o mesmo acontecendo com outras variedades como o Sarchimor.

Conforme Várzea et al. (2002), a pesquisa de resistência ao CBD, em condições laboratoriais, ou de estufa, tem sido efetuada essencialmente por meio de inoculações em hipocótilos, que corresponde um método de “pré-seleção” desenvolvido por Cook (1973) e amplamente usado no Quênia (Van der Vossen et al., 1976; Van der Vossen, 1977; Van der Vossen & Walyaro, 1981; Omondi et al., 2000), na Etiópia (Van der Graaff, 1981), em Camarões (Rigouzzo et al., 1993), no CIFC em Portugal (Rodrigues Jr. et al., 1992; Várzea et al., 1993) e no CIRAD da França (Bieysse et al., 1995; Bella-Manga et al., 1997).

Muitos trabalhos relatam a ocorrência de resistência ao *C. kahawae*, que ocorre na África, em diversos genótipos de cafeeiros, entretanto, pouco se sabe sobre a resistência ao *Colletotrichum* spp. do Brasil. Dorizzotto (1993) através de testes em plântulas e em frutos verdes destacados encontrou suscetibilidade a um isolado de *C. gloeosporioides* em progênies de Catimor, Sarchimor e Cavimor e na cultivar Mundo Novo 379-19. Silva et al. (1998) mostraram que as cultivares de “Catuaí” e “Mundo Novo” foram suscetíveis a vários isolados de *Colletotrichum* sp., apresentando sintomas de necrose nos ponteiros. Segundo Juliatti et al. (2000), a variedade Catuaí mostra ser mais suscetível do que a variedade Mundo Novo aos isolados de *Colletotrichum* spp., provavelmente, *C. gloeosporioides* que infectam ponteiros e frutos. Sera et al. (2003b) demonstraram que a população de plantas F₂ de ‘IAPAR-59’ x “Catucaí” foi mais resistente à necrose de frutos e seca de ramos associados ao *Colletotrichum* spp. do que a população F₂ de ‘IAPAR-59’ x “Mundo Novo” avaliadas ao nível de campo em Londrina – PR, indicando que a resistência pode ter se originada do “Catucaí” usado e a suscetibilidade originada do “Mundo Novo”. Orozco-Miranda (2003) realizou testes de resistência ao *Colletotrichum* spp. em hipocótilos e frutos verdes e maduros destacados de cafeeiros. Nos testes de resistência em frutos verdes, Orozco-Miranda (2003) encontrou que as cultivares Mundo Novo IAC 319-19, Rubi MG-1192, Catuaí Amarelo IAC-62, Catuaí Vermelho IAC-99, Acaiaí Cerrado MG-1474 e Katipó apresentaram maior número de frutos necrosados causados por *Colletotrichum* spp. do que as cultivares Apoatã e Icatu IAC-3282 e estas mais suscetíveis do que Catucaí Vermelho e Tupi IAC 1669-33.

No Brasil, 95 % da área cultivada com café arábica é composta por cultivares dos germoplasmas Catuaí e Mundo Novo (Matiello et al., 2002). Isto representa um grande problema já que estas duas cultivares, aparentemente, não são

resistentes à necrose de frutos e, portanto, grandes perdas de produção na cafeicultura do Brasil podem estar ocorrendo.

Segundo Pascholati (1995), o *C. gloeosporioides* produz a enzima cutinase para a degradação da cutícula. Juliatti & Silva (2001) citaram que a taxa de germinação dos conídios depende do substrato e de outros fatores, sendo muito mais alta nas pétalas florais e frutos novos que possuem cutícula delgada, permitindo maior e mais rápida difusão de substâncias nutritivas para o ponto de infecção.

O mecanismo de resistência ao CBD é bastante discutível, pois alguns pesquisadores sugerem que a cutícula dos frutos verdes representa uma barreira, outros acreditam que a cera da cutícula possua substâncias tóxicas ao fungo e também é aceito o mecanismo do tipo fitoalexinas (Juliatti & Silva, 2001). Gieskes (1976) e Masaba (1979) detectaram através de estudos histológicos que cafeeiros resistentes formam sintomas de lesões tipo crosta (“scab lesion”) como resposta a infecção do *C. kahawae*. Da mesma forma Orozco-Miranda (2003) encontrou este mecanismo de resistência (“scab lesion”) para o *C. gloeosporioides*.

Apesar da importância dessa doença, pouco se conhece a respeito do seu agente causal e daí a necessidade de mais estudos em todas as áreas de pesquisa no sentido da implementação de medidas para evitar maiores danos para a cafeicultura brasileira, em função de que a cada ano os prejuízos provocados parecem estar aumentando.

2. OBJETIVOS

O presente estudo de campo teve como objetivo identificar fontes de resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp., com os mesmos sintomas descritos por Paradela-Filho et al (2001), em cultivares e seleções de cafeeiros do tipo arábica, e avaliar a associação existente entre a sua incidência com outras variáveis.

3. ARTIGO 1: Resistência parcial à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. entre genótipos de café (*Coffea arabica* L.) em condições de campo

Este artigo será submetido para publicação na revista *Brazilian Archives of Biology and Technology*.

**RESISTÊNCIA PARCIAL À NECROSE DE FRUTOS ASSOCIADA
AO *Colletotrichum* SPP. ENTRE GENÓTIPOS DE CAFÉ (*Coffea
arabica* L.) EM CONDIÇÕES DE CAMPO**

RESUMO

Diferentes espécies do gênero *Colletotrichum* vêm sendo associadas a perdas na cafeicultura brasileira. O objetivo desta pesquisa foi avaliar cultivares e seleções de café (*C. arabica* L.) para a resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp., provavelmente patotipo agressivo de *C. gloeosporioides*. O experimento constituiu-se de 25 tratamentos no delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições e 10 plantas por parcela. Avaliaram-se em Londrina-PR, em janeiro de 2004, as variáveis necrose de frutos, índice de luminosidade dentro da copa da planta e frutos por nó. Existe variabilidade genética para a resistência à necrose de frutos. Observaram-se diferentes níveis de resistência parcial nos cafeeiros avaliados na escala de 1 a 5, sendo desde altamente suscetível (nota = 3,89) até moderadamente resistente (nota = 1,77). Os genótipos moderadamente resistentes foram as cultivares IPR-100, IPR-103, IPR-105, IPR-108 e a seleção IAPAR-00023.

Palavras-chave: antracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivares de café, melhoramento genético

ABSTRACT

PARTIAL RESISTANCE TO FRUIT NECROSIS ASSOCIATED TO *Colletotrichum* SPP. AMONG COFFEE GENOTYPES (*Coffea arabica* L.) IN FIELD CONDITIONS

Different fungi species of genus *Colletotrichum* has been associated to losses to the brazilian coffee crop. The aim of this research was to evaluate the resistance to fruit necrosis associated to *Colletotrichum* spp., probably *C. gloeosporioides*, in *Coffea arabica* L.. Twenty five coffee progenies were evaluated using experimental design as randomized blocks with 3 replications and 10 plants per plot. They were evaluated at IAPAR, Londrina, in January 2004, the variables fruit necrosis, luminosity index inside of the plant canopy and fruits per productive nodes of the plants. Genetic variability exists for resistance to fruit necrosis. It was observed different partial resistance levels, varying from highly susceptible (score = 3.89) to moderately resistant (score = 1.77). The genotypes that present moderate resistance were the cultivars IPR-100, IPR-103, IPR-105 and IPR-108 and the coffee selection IAPAR-00023.

Key words: antracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivars, coffee breeding

INTRODUÇÃO

Na cultura do café diferentes patógenos provocam grandes perdas, como é o caso da ferrugem. Fungos do gênero *Colletotrichum* não eram considerados como prejudiciais ao cafeeiro no Brasil. Recentemente, sintomas de necrose em flores, frutos, ramos e folhas vêm sendo associados ao *Colletotrichum* spp..

Em Minas Gerais, a partir de lesões jovens presentes nas folhas de cafeeiros adultos foi isolado *C. coffeanum*, agente causal da mancha manteigosa, e de mudas com lesões foi isolado *C. gloeosporioides*. Em testes de patogenicidade com frutos verdes destacados tanto *C. coffeanum* quanto *C. gloeosporioides* se mostraram patogênicos (Dorizzotto, 1993). Juliatti et al. (2000) observaram diferenças no comportamento de oito isolados de *C. gloeosporioides* quanto à patogenicidade, associados à análise de DNA, e sugeriram tratar-se de diferentes espécies e/ou patotipos (raças) patogênicos e não patogênicos, associados aos sintomas de antracnose nas folhas, ramos e frutos, em cafeeiros de Minas Gerais. Paradela-Filho & Paradela (2001) relataram que os agentes causais da antracnose do café têm sido referidos no Brasil como *C. gloeosporioides* e *C. coffeanum*.

Orozco-Miranda (2003) identificou isolados de *Colletotrichum* spp. como pertencentes às espécies *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*, as quais foram obtidas de cafeeiros de Minas Gerais. Esses isolados diferiram claramente de *C. kahawae*. Os isolados de *C. acutatum* foram obtidos de sintomas de necrose em folhas e ramos, e em ramos com seca de ponteiros. Os isolados de *C. gloeosporioides* foram obtidos a partir dos seguintes sintomas: mancha manteigosa em folhas e frutos; necrose em folhas, frutos e ramos; seca de ponteiros em ramos; e antracnose nos frutos. Este mesmo pesquisador considerou que os isolados de *C. gloeosporioides* que ocasionam os sintomas de mancha manteigosa, seca de ponteiros e necrose em frutos, constituem raças patogênicas desta espécie, e propôs que os isolados deste fungo que ocasionam a mancha manteigosa deve ser denominada como *C. gloeosporioides* raça mancha manteigosa.

Ao avaliarem mais de 400 isolados de diferentes regiões cafeeiras do Estado do Paraná, Silva et al. (2005) identificaram o *C. gloeosporioides* em amostras de

folhas, ramos e frutos escurecidos e necrosados, e também que em pouco mais de 5 % dos isolados foi também constatada a forma perfeita *Glomerella cingulata*.

As formas patogênicas e pouco agressivas de *Colletotrichum* spp. podem causar diferentes sintomas. Estes se desenvolvem a partir da base dos ramos plagiotrópicos para a ponta. Como sintomas são observados: escurecimento e morte das estípulas dos nós; manchas irregulares necróticas próximas às margens das folhas e queda; desenvolvimento de manchas pardas no caule verde podendo levar a plântula à morte; lesões necróticas de pardas a negras nas gemas, flores, chumbinhos e frutos, com morte e queda destes e, enegrecimento e morte de ramos (Paradela-Filho et al., 2001). Esses mesmos sintomas estão sendo atribuídos ao ataque do complexo *Phoma/Ascochyta* (Coffea ..., 2005), e alguns pesquisadores relatam a maior tolerância do genótipo Catucaí Amarelo 2SL ao complexo *Phoma/Ascochyta* (Matiello et al., 2001; Krohling et al., 2004). Entretanto, Paradela-Filho et al. (2001) descreveram que de todos os sintomas descritos anteriormente, somente *Colletotrichum* spp. tem sido obtido em isolamentos e relatam a possibilidade da existência de diferentes isolados, uma vez que o fungo apresenta grande variabilidade em cultura. Também relatam que, raramente, em casos de ramos com sintomas de desfolha e seca descendente tem sido encontrada uma associação entre *Colletotrichum* spp. e *Phoma* spp. Os sintomas de seca de ramos apresentando colonização dos tecidos no sentido descendente da planta, caracteriza a forma saprofítica de *Colletotrichum* spp. (Paradela-Filho & Paradela, 2001).

Períodos contínuos com umidade elevada (7 a 10 dias de chuva) e, temperaturas amenas, em torno de 22 °C, favorecem o desenvolvimento de *Colletotrichum* spp. que passa da fase saprofítica para a parasítica (Paradela-Filho et al., 2001). Orozco-Miranda (2003) demonstrou que o crescimento micelial e esporulação de

isolados de *C. gloeosporioides*, em meio malte-ágar, foi maior a 25 °C seguido de 20 °C, e esta maior do que a 15 °C e 30 °C.

Atualmente, existe pouca pesquisa sobre o controle químico do complexo *Colletotrichum* spp. que está ocorrendo no Brasil. Outro problema é que os períodos críticos para controle deste fungo ocorrem do florescimento até a frutificação, até o estágio de fruto expandido, e muitas vezes não coincide com a época recomendada para controle de outras doenças a exemplo da ferrugem, o que pode elevar os custos de produção. Assim, a obtenção de cultivares com resistência parcial ou total ao *Colletotrichum* spp., provavelmente *C. gloeosporioides*, é de suma importância.

Diferentes pesquisadores têm relatado a resistência de genótipos de café ao *C. kahawae*, o qual ocorre na África. No Brasil pouco é conhecido sobre a resistência ao *Colletotrichum* presente nos cafezais, provocando os sintomas descritos por Paradela-Filho & Paradela (2001). Orozco-Miranda (2003) realizou testes de resistência ao *C. gloeosporioides* em hipocótilos e frutos verdes e maduros destacados de cafeeiros e, observaram diferentes níveis de resistência.

No IAPAR, todas as amostras de folhas, ramos, flores e frutos escurecidos e necrosados de cafeeiros (*Coffea arabica* L.), com os mesmos sintomas descritos por Paradela-Filho et al. (2001), foram identificados como *Colletotrichum* spp. por Paradela-Filho (2004, informação pessoal) e como *C. gloeosporioides* por Silva et al. (2005).

O objetivo deste trabalho foi identificar genótipos de café (*C. arabica* L.) com resistência à necrose dos frutos associada ao *Colletotrichum* spp., com os mesmos sintomas descritos por Paradela-Filho et al. (2001), em condições de campo, em Londrina, PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi instalado em 18 de abril de 2001 em Londrina, Paraná, Brasil, no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), conduzido no espaçamento 2,5 m x 0,5 m. A altitude local é 585 m, com médias anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, respectivamente, de 20,8 °C, 1610 mm e 71 %.

Vinte e cinco tratamentos foram instalados em delineamento em blocos ao acaso com três repetições e dez plantas por parcela. Os 25 tratamentos foram representados pelas cultivares: Colômbia (“Catimor”), Tupi IAC 1669-33 (“Sarchimor”), IPR-97 (“Sarchimor”), IPR-100 (“Catuaí S_H2 e S_H3”), IPR-102 (“Catuaí”), IPR-103 (“Catuaí”), IPR-105 (“Catuaí S_H2 e S_H3”), IPR-106 (“Icatu”) e Rubi MG-1192 (“Mundo Novo” x “Catuaí”), sendo avaliada uma progênie por cultivar com exceção da ‘IPR-108’ (‘IAPAR-59’ x “Catuaí”) com três progênies avaliadas. Também foram avaliados um tratamento de cada uma das seleções de café: F₃ do ‘IAPAR-59’ x “Catuaí”, F₄ do “Sarchimor” x (“Etiópia S_H1” x “Catuaí”), IAPAR-00015 (“Catuaí”), F₃ do ‘IAPAR-59’ x ‘Mundo Novo’, IAPAR-00023 (“Catuaí”), IAPAR-00027 (“Catuaí”), IAPAR-00025 (“Sarchimor”) e IAPAR-00031 (“Sarchimor”). Como testemunhas, foram avaliados três tratamentos da cultivar IAPAR-59, uma da ‘Catuaí Vermelho IAC-81’ e uma da ‘Tupi IAC 1669-33’.

As avaliações de campo foram realizadas entre 19 a 21 de janeiro de 2004, nos estádios de chumbinho e expansão dos frutos de cafeeiros com 3,3 anos de idade. As variáveis avaliadas foram: necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp.

(“COL”), índice de luminosidade dentro da copa da planta (“LUM”) e frutos por nó produtivo (“FN”).

Na avaliação da variável “COL” foram atribuídas notas de 1 a 5, baseado em % de frutos jovens necrosados, onde: 1 = 0 % a 5 %; 2 = 6 % a 10 %; 3 = 11 % a 20 %; 4 = 21 % a 40 %; e 5 = mais do que 41 %.

Foi observado que plantas com poucos frutos por nó produtivo apresentavam poucos frutos necrosados associados com *Colletotrichum* spp., mesmo em cafeeiros altamente suscetíveis. Isto porque, provavelmente, deve ocorrer menor acúmulo de água nos nós produtivos de plantas com poucos frutos por nó, assim, desfavorecendo o desenvolvimento do fungo. Portanto, foi avaliada a quantidade média de frutos por nó produtivo da planta (“FN”) dos melhores ramos produtivos seguindo uma escala de notas de 1 a 5, onde: 1 = 0 a 3 frutos/ nó; 2 = 4 a 7 frutos/ nó; 3 = 8 a 11 frutos/ nó; 4 = 12 a 15 frutos/ nó; e 5 = mais do que 15 frutos/ nó. Somente as plantas com notas de FN maior ou igual a 3 foram consideradas nas avaliações da variável COL.

O índice de luminosidade dentro da copa da planta foi determinado visualmente seguindo a escala de notas de 1 a 5, onde nota 1 representa planta muito fechada e com pouca luminosidade dentro da copa, sendo muito difícil visualizar os frutos ou estruturas reprodutivas da planta que estão dentro da copa e nota 5 representa planta com alta incidência de luz dentro da copa, onde é possível observar claramente as estruturas reprodutivas dentro da copa. Esse parâmetro foi avaliado tendo em vista evitar-se erros na avaliação da resistência à necrose de frutos, pois a incidência desta parece aumentar em cafeeiros com menor luminosidade dentro da copa da planta (Sera et al., 2004) devido a maior umidade relativa do ar para o desenvolvimento do fungo. Assim, cafeeiros suscetíveis com alta incidência de luz dentro da copa podem apresentar

falsa reação de resistência, do mesmo modo que ocorre em cafeeiros com poucos frutos por nó.

O teste de Cochran (Gmax) foi realizado para verificar a homogeneidade das variâncias das avaliações por notas. Os coeficientes de regressão linear simples (b) entre o logaritmo neperiano das médias e o logaritmo neperiano das variâncias foram estimados para indicar as transformações mais adequadas. Para a variável “COL” foi usada a transformação LogX e para as variáveis “LUM” e “FN” foi usada a transformação \sqrt{x} . O programa estatístico Genes (CRUZ, 2001) foi usado para: realizar as análises de variância ao nível de média de parcelas, comparar as médias pelo teste Scott-Knott e estimar o coeficiente de determinação genotípica das características.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Cochran indicou que as variâncias foram homogêneas. Os coeficientes de variação experimental das variáveis “COL”, “LUM” e “FN” foram 14,6 %, 12,8 % e 8,3 %, respectivamente, indicando boa precisão experimental para as três características avaliadas. O coeficiente de determinação genotípico para a necrose de frutos foi 0,86, indicando alta variabilidade genética entre os genótipos, com grande possibilidade de sucesso na seleção para esta variável. Orozco-Miranda (2003) também encontrou variabilidade genética entre os diferentes genótipos de café arábica através de testes de resistência, inoculando diferentes isolados de *C. gloeosporioides* provenientes de Minas Gerais em hipocótilos e frutos.

Os resultados da análise de variância da variável “COL” são apresentados na **Tabela 1** com diferenças significativas a 1 %. Na análise de variância para as outras variáveis, os F's também foram significativos a 1 %.

Tabela 1 - Análise da variância da variável necrose de frutos associada à ocorrência de *Colletotrichum* spp., avaliada em Janeiro de 2004, na estação experimental do IAPAR, em Londrina, Estado do Paraná, Brasil.

FV	GL	QM	F
Blocos	2	0,441041	
Tratamentos	24	0,951713	6,9209**
Erro	48	0,137513	
Total	74		

** significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Tendo-se como base o teste de médias, foi possível separar os tratamentos em quatro níveis de resistência (a, b, c, d), diferentes estatisticamente a 10 % de probabilidade, onde quatro genótipos foram considerados altamente suscetíveis ou AS (a), oito como suscetíveis ou S (b), oito como moderadamente suscetíveis ou MS (c) e cinco como moderadamente resistentes ou MR (d) (**Tabela 2**).

As cultivares IPR-100, IPR-103 e IPR-105 e uma das progênies que originaram a ‘IPR-108’, todas registradas no Ministério da Agricultura, e a seleção IAPAR-00023 (“Catucaí”) foram classificadas como MR. Uma das progênies que originaram a cultivar IPR-108 (tratamento 7) foi classificada no grupo S e uma (tratamento 8) no grupo AS. Esta última foi a mais suscetível de todos os tratamentos avaliados. Assim, está ocorrendo segregação para a suscetibilidade à necrose de frutos em plantas que originaram a ‘IPR-108’.

Pela nota média da necrose de frutos (“COL” = 2,44) dos três tratamentos da ‘IAPAR-59’, esta foi classificada como moderadamente suscetível. A nota média dos tratamentos 20 e 21 (‘Catuaí Vermelho IAC-99’) foi 2,30, ou seja, apresentou reação MS.

Também foram classificadas como MS, a cultivar IPR-97, e as seleções IAPAR-00025 (‘Sarchimor’), IAPAR-00029 (F₃ de ‘IAPAR-59’ x ‘Mundo Novo’) e IAPAR-00031 (‘Sarchimor’).

‘Tupi IAC 1669-33’, ‘IPR-102’, ‘Rubi MG-1192’, “IAPAR-00027” (‘Catuaí’), “IAPAR-00013” (F₃ de ‘IAPAR-59’ x ‘Catuaí’) e “IAPAR-00015” (‘Catuaí’) foram classificados como suscetíveis. A ‘IPR-106’, seleção da cultivar Colombia e “IAPAR-00014” foram consideradas como altamente suscetíveis. Uma das progênies da ‘IPR-108’ (tratamento 8) e a seleção da ‘Colombia’ apresentaram alta suscetibilidade mesmo com alto índice de luminosidade dentro da copa, indicando que poderia ter ocorrido maior severidade da necrose se estivessem com menor índice de luminosidade.

Além dessas duas cultivares, os genótipos “IAPAR-00027”, “IAPAR-00025”, “IAPAR-00023”, ‘IAPAR-59’, ‘Rubi MG-1192’ e ‘Catuaí Vermelho IAC-99’, todas com nota média alta para a variável LUM, também poderão apresentar reações de resistência à necrose dos frutos diferenciadas se estiverem com menor índice de luminosidade dentro da copa da planta.

Na **Tabela 3** é apresentada a frequência, em porcentagem, das diferentes notas da variável COL dos genótipos avaliados. Nos genótipos “IAPAR-00014”, ‘Tupi IAC 1669-33’, “IAPAR-00013”, “IAPAR-00027”, “IAPAR-00015” e ‘IPR-102’ foi observada alta frequência tanto de plantas resistentes quanto de plantas suscetíveis indicando que, possivelmente, estão segregando para a resistência à necrose de frutos.

Os outros tratamentos parecem se comportar como não segregantes, incluindo os cinco genótipos moderadamente resistentes. O tratamento 8 da cultivar IPR-108 foi a que apresentou maior frequência de plantas com nota 5, ou seja, 28,6 %, enquanto que nos tratamentos 6 e 7 desta cultivar não foi observada nenhuma planta com nota 5, confirmando a hipótese de que está ocorrendo segregação para a resistência entre as progênes, necessitando de seleção.

Testes de resistência ao *C. gloeosporioides* em hipocótilos e frutos verdes e cerejas destacados realizados por Orozco-Miranda (2003) foram diferentes em alguns genótipos quanto à avaliação de campo da resistência à necrose de frutos realizada neste trabalho, pois: a) podem existir diferenças nos diferentes testes de resistência; b) diferenças entre a resistência de frutos e em hipocótilos; c) pode estar ocorrendo segregação nos genótipos do “Catucaí”, “Catuaí” e “Sarchimor” como será visto a seguir; d) existe a possibilidade de que o(s) patógeno(s) ou patotipo(s) envolvido(s) na necrose de frutos em Londrina podem ser diferentes em relação ao do Estado de Minas Gerais. Caso confirmado que o patógeno de Londrina causador desta necrose de frutos, com os mesmos sintomas causados por *Colletotrichum* spp. descritos por Paradela-Filho et al. (2001), é da mesma espécie utilizada por Orozco-Miranda (2003), ou seja, *C. gloeosporioides*, ainda existe a possibilidade da existência de isolados ou raças com patogenicidades diferenciadas (Juliatti et al., 2000; Orozco-Miranda, 2003) em relação aos de Londrina.

Nos testes com hipocótilos e frutos verdes realizados por Orozco-Miranda (2003) foi observado que ‘Tupi IAC 1669-33’ apresentou moderada resistência e resistência, enquanto que neste trabalho esta cultivar se mostrou suscetível à necrose de frutos.

Na avaliação da resistência em frutos maduros realizado por Orozco-Miranda (2003) foi observado que ‘Catuaí Vermelho IAC-99’ apresentou maior resistência do que ‘Tupi IAC 1669-33’, do mesmo modo que foi observado neste trabalho. Outro resultado similar a este trabalho foi que Orozco-Miranda (2003) observou maior suscetibilidade da ‘Rubi MG-1192’ do que a ‘Catuaí Vermelho IAC-99’. Também observou que o Catuaí apresentou resistência e moderada resistência a vários isolados de *C. gloeosporioides* em teste de hipocótilos e foi um dos mais resistentes no teste em frutos verdes, do mesmo modo que foi observado neste trabalho em alguns genótipos portadores de genes do “Catuaí”. Sera et al. (2003b) demonstraram em avaliações de campo que a população de plantas F₂ de ‘IAPAR-59’ x “Catuaí” foi mais resistente à necrose de frutos e seca de ramos associados ao *Colletotrichum* spp. do que a população F₂ de ‘IAPAR-59’ x “Mundo Novo”, indicando que a resistência pode ter sido originada do “Catuaí” usado e a suscetibilidade originada do “Mundo Novo”.

Muitas progênies do “Catuaí” ou genótipos portadores de genes do “Catuaí” foram considerados MR, entretanto, alguns genótipos deste germoplasma foram classificados como MS, S e AS. Então, existe resistência à necrose de frutos em plantas derivadas do “Catuaí” e/ ou “Icatu”. Também está ocorrendo segregação em plantas derivadas do “Sarchimor” (‘Villa Sarchi’ x “Híbrido de Timor”), pois neste trabalho cafeeiros deste germoplasma ou com genes deste apresentaram desde AS até MS. ‘Tupi IAC 1669-33’ foi suscetível, entretanto, nesta cultivar pode estar ocorrendo segregação, pois esta foi uma das mais resistentes aos isolados de *C. gloeosporioides* de Minas Gerais testados por Orozco-Miranda (2003) em hipocótilos e frutos verdes.

A resistência à necrose dos frutos pode ser derivada de *C. canephora* Pierre, pois tanto o “Catuaí” como o “Sarchimor”, os quais apresentaram resistência

nesta pesquisa e na do Orozco-Miranda (2003), respectivamente, apresentam genes desta espécie. Van der Vossen & Walyaro (1980) relataram que, provavelmente, a resistência do Híbrido de Timor ao *C. kahawae* é proveniente de *C. canephora*.

Neste trabalho, nenhuma das plantas avaliadas com “FN” maior ou igual a 3 (boa frutificação) apresentaram ausência de sintomas ou resistência completa, indicando a resistência parcial do(s) gene(s) de resistência.

A necrose de frutos que vem sendo associada ao *Colletotrichum* spp. em cafeeiros é muito influenciada pelo ambiente, então, para avaliações de campo é necessário avaliar simultaneamente variáveis como “LUM” e “FN” para reduzir erros na identificação de cafeeiros resistentes. Sera et al. (2003a, 2004, 2005a) notaram que em cafés menos vigorosos ocorre mais incidência de necrose de frutos e seca de ramos associados ao *Colletotrichum* spp.. Assim, o vigor vegetativo também deveria ser avaliado. Equipamentos de alta precisão poderiam ser usados como luxímetros e higrômetros para medir, respectivamente, a luz e umidade dentro da copa da planta.

É possível que os graus de resistência encontrados nos cafeeiros desta pesquisa possam ser diferentes em outros locais ou em outros anos, pois a resistência à necrose de frutos é muito influenciada pelo ambiente. Além disso, a resistência nas avaliações de campo pode ser diferente das avaliações em laboratório devido ao efeito ambiental. Orozco-Miranda (2003) encontrou diferentes reações de resistência nos testes de hipocótilos em relação aos testes com frutos nos cafeeiros inoculados com isolados de *C. gloeosporioides*. Van der Graaff (1981) observou diferentes reações de resistência ao *C. kahawae* nos diferentes tipos de avaliações realizados por ele.

Se comprovado que o patógeno causador da necrose de frutos em Londrina é o *Colletotrichum* spp., também existe a possibilidade da existência de diferentes patotipos de *Colletotrichum* como Juliatti et al. (2000) e Orozco-Miranda

(2003) sugeriram para *C. gloeosporioides* e, assim, no mesmo genótipo podem ocorrer diferentes reações de resistência. Em testes com hipocótilos, genótipos de café apresentaram diferentes graus de resistência quando inoculados com diferentes isolados de *C. gloeosporioides* usados por Orozco-Miranda (2003). Várzea et al. (2002) encontraram interação diferencial entre as cultivares e os isolados usados nos testes de resistência ao *C. kahawae* em *Coffea* sp. Esses pesquisadores não identificaram nenhum cafeeiro resistente a todos os isolados.

Como a resistência à necrose de frutos parece ser específica a raças, se confirmado que o agente causal é o *Colletotrichum* spp., é possível que a resistência parcial seja devida a oligogenes maiores. Estes genes podem estar sofrendo a ação de genes modificadores poligênicos ou de efeito secundário, altamente influenciados pelo ambiente. Trabalhos realizados no Quênia (Van der Vossen & Walyaro, 1980) têm levado a conclusão de que a resistência ao *C. kahawae* é controlada por genes maiores em três diferentes locos em diferentes variedades. A altamente resistente ‘Rume Sudan’ carrega o gene dominante *R* e o recessivo *k*. A moderadamente resistente ‘K7’ carrega somente o gene recessivo *k* e a altamente resistente “Híbrido de Timor” carrega o gene *T*. Entretanto, Van der Graaff (1981) encontrou distribuição contínua para a resistência ao *C. kahawae* e não observou a natureza qualitativa dos genes de resistência nos cafeeiros estudados. No caso da resistência à necrose de frutos deste trabalho, os genes modificadores podem ser dentre outros o vigor vegetativo relacionado à nutrição e arquitetura da planta que favoreça o aumento da umidade relativa do ar dentro da copa. Foi observado que cafeeiros com menor vigor vegetativo (Sera et al., 2003a, 2004, 2005a) e menor índice de luminosidade dentro da copa (Sera et al., 2004) apresentavam mais necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp.. Nesta pesquisa foi observado alto coeficiente de determinação genotípica ($b = 0,86$) para a variável necrose de frutos

o que indica ser uma característica de alta herdabilidade, reforçando a hipótese de um gene ou poucos genes de resistência.

A resistência à necrose de frutos pode ser devido a genes diferentes presentes em diferentes genótipos do mesmo modo que Van der Vossen & Walyaro (1980) observaram para *C. kahawae*, ou seja, a resistência do “Catucaí” pode ser diferente da resistência do “Sarchimor”.

Além disso, provavelmente, a resistência à necrose dos frutos pode ser diferente da necrose dos botões florais e flores, ramos e folhas, os quais também são sintomas causados por *Colletotrichum* spp. descritos por Paradela-Filho et al. (2001). Barbosa (2001) verificou na cultura do milho que a correlação entre área do colmo lesionada e área foliar afetada foi baixa, evidenciando que os mecanismos que conferem resistência à podridão de colmo e antracnose foliar, ambos provocados por *C. graminicola*, provavelmente, não são os mesmos. Assim, a avaliação da necrose associada ao *Colletotrichum* spp. deve ser realizada nas diferentes partes da planta para verificar se existe diferença entre a resistência à necrose dos frutos e a das flores, ramos e folhas. A baixa quantidade de frutos por nó produtivo observada em alguns genótipos como no caso das cultivares Catuaí Vermelho IAC-99 e Rubi MG-1192 pode ser devido à suscetibilidade destas à necrose dos botões florais e flores.

Gieskes (1976) e Masaba (1979) detectaram através de estudos histológicos que cafeeiros resistentes formam sintomas de lesões tipo crosta (“scab lesion”) como resposta à infecção do *C. kahawae*, a qual, provavelmente, é um mecanismo de resistência inespecífico a raças e, portanto, estável. Da mesma forma Orozco-Miranda (2003) encontrou este mecanismo de resistência (“scab lesion”) para o *C. gloeosporioides*. Assim, é possível que os cafeeiros moderadamente resistentes encontrados nesta pesquisa apresentem resistência estável.

Cafeeiros segregantes para a resistência dentro de um mesmo genótipo como no caso da cultivar IPR-108, podem causar diferentes reações de resistência entre os genótipos avaliados nesta pesquisa em relação a outras avaliações com as diferentes origens do mesmo germoplasma. Do mesmo modo, algumas progênies do acesso 'Rume Sudan' possuem elevado nível de resistência ao *C. kahawae* e outras apresentam alta suscetibilidade conforme Várzea et al. (2002).

Os melhores genótipos desta pesquisa deverão ser melhor pesquisados, de forma mais precisa, quanto aos níveis de resistência e de tolerância à necrose de frutos.

São necessários a realização de testes de patogenicidades para descobrir qual é o agente causal da necrose de flores, frutos, ramos e folhas. São necessários novos estudos da: interação diferencial entre os diferentes patótipos e as cultivares para verificar a presença de raças; mecanismos de resistência em diferentes partes da planta e; natureza dos genes de resistência para formular estratégias visando dar maior durabilidade da resistência das atuais cultivares e para dar eficiência ao processo de obtenção de cultivares com resistência duradoura à necrose dos frutos.

Também como sugestão para trabalhos futuros, em avaliações de campo seria preciso avaliar várias vezes durante o desenvolvimento dos frutos para evitar erros na identificação de fontes de resistência devido a existência de genótipos no mesmo experimento com maturações dos frutos diferenciadas. Como exemplo, cultivares com maturação dos frutos tardia em comparação com cultivares precoces podem ter uma resistência à necrose de frutos do tipo escape devido a não coincidência de frutos em estágio adequado para o ataque do patógeno com o período de chuva contínua. Então, é possível que cultivares resistentes com maturação dos frutos tardia em ambiente mais

frio podem ser suscetíveis se cultivadas em ambiente mais quente, onde a maturação dos frutos é acelerada.

CONCLUSÕES

- Existe variabilidade genética para a resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. e sua seleção é relativamente fácil ao nível de progênes devido ao determinismo genético alto ($b = 0,86$).
- Os germoplasmas Sarchimor e Catucaí podem ser fontes de resistência de campo à necrose dos frutos.
- Os genótipos com mais resistência à necrose dos frutos associada ao *Colletotrichum* spp. em condições de campo foram: as cultivares IPR-100 e IPR-105 de “Catuaí S_H2, S_H3”, IPR-103 de “Catucaí” e IPR-108 de ‘IAPAR-59’ x “Catucaí” e a seleção IAPAR-00023.
- É necessário identificar e eliminar dentro da cultivar IPR-108 progênes com suscetibilidade à necrose de frutos.

Tabela 2 – Notas médias das cultivares e seleções de café (*Coffea arabica* L.) avaliados para as variáveis resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. (COL), índice de luminosidade dentro da copa da planta (LUM), quantidade de frutos por nó produtivo (FN), em Janeiro de 2004, Londrina, PR, Brasil e reação de resistência (R).

T	Descrição do genótipo	COL ¹	FN ¹	LUM ¹	R*
8	‘IPR-108’ (‘IAPAR-59’ x ‘Catucaí’)	3,89 a	3,78 b	2,97 a	AS
19	‘IPR-106’ (‘Icatu’)	3,67 a	3,07 c	1,42 c	AS
5	‘Colômbia’ (‘Catimor’)	3,20 a	3,19 c	3,10 a	AS
3	IAPAR-00014 [F ₄ ‘Sarchimor’ x (‘Etiópia S _{H1} ’ x ‘Catucaí’)]	3,19 a	3,49 c	2,60 b	AS
25	‘Tupi IAC 1669-33’ (‘Sarchimor’)	3,01 b	4,09 a	2,61 b	S
2	IAPAR-00013 (F ₃ do ‘IAPAR-59’ x ‘Catucaí’)	2,98 b	3,47 c	2,56 b	S
14	IAPAR – 00027 (‘Catucaí’)	2,98 b	3,32 c	3,34 a	S
22	‘IAPAR-59’ (‘Sarchimor’)	2,83 b	3,99 a	2,88 a	S
1	‘Rubi MG-1192’	2,67 b	3,28 c	2,83 a	S
4	IAPAR-00015 (‘Catucaí’)	2,62 b	3,52 c	2,68 b	S
9	‘IPR-102’ (‘Catucaí’)	2,58 b	3,53 c	2,31 b	S
7	‘IPR-108’ (‘IAPAR-59’ x ‘Catucaí’)	2,54 b	3,63 b	3,04 a	S
21	‘Catuaí Vermelho IAC-99’	2,43 c	3,13 c	2,87 a	MS
24	‘IAPAR-59’ (‘Sarchimor’)	2,39 c	3,74 b	2,93 a	MS
16	IAPAR-00029 (F ₃ do ‘IAPAR-59’ x ‘Mundo Novo’)	2,31 c	3,61 b	2,35 b	MS
15	‘IPR-97’ (‘Sarchimor’)	2,30 c	3,67 b	2,37 b	MS
12	IAPAR-00025 (‘Sarchimor’)	2,21 c	3,70 b	3,02 a	MS
20	‘Catuaí Vermelho IAC-99’	2,17 c	3,15 c	2,79 a	MS
18	IAPAR-00031 (‘Sarchimor’)	2,14 c	3,39 c	2,57 b	MS
23	‘IAPAR-59’ (‘Sarchimor’)	2,11 c	4,00 a	2,89 a	MS
6	‘IPR-108’ (‘IAPAR-59’ x ‘Catucaí’)	2,00 d	3,67 b	2,71 b	MR
11	‘IPR-105’ (‘Catuaí S _{H2} , S _{H3} ’)	1,90 d	3,54 c	2,59 b	MR
17	‘IPR-103’ (‘Catucaí’)	1,89 d	4,36 a	2,46 b	MR
13	‘IPR-100’ (‘Catuaí S _{H2} , S _{H3} ’)	1,84 d	3,84 b	2,59 b	MR
10	IAPAR-00023 (‘Catucaí’)	1,77 d	4,11 a	2,93 a	MR

AS = altamente suscetível; S = suscetível; MS = moderadamente suscetível; MR =

moderadamente resistente.

¹ Médias seguidas pela mesma letra, não diferem pelo teste Scott-Knott a 10 %.

Tabela 3 – Notas médias de necrose de frutos (COL) dos genótipos avaliados e frequência, em porcentagem, das diferentes notas da variável COL.

T	Descrição do genótipo	Frequência de notas (%)					COL
		1	2	3	4	5	
8	‘IPR-108’ (‘IAPAR-59’ x “Catucaí”)	3,6	7,1	14,3	46,4	28,6	3,89
19	‘IPR-106’ (“Icatu”)	8,3	0	50,0	33,3	8,4	3,67
5	‘Colômbia’ (“Catimor”)	0	11,5	57,7	30,8	0	3,20
3	IAPAR-00014 [F ₄ “Sarchimor” x (“Etiópia S _H 1” x “Catucaí”)]	10,3	10,3	41,5	27,6	10,3	3,19
25	‘Tupi IAC 1669-33’ (“Sarchimor”)	17,2	3,4	51,8	17,2	10,4	3,01
2	IAPAR-00013 (F ₃ do ‘IAPAR-59’ x “Catucaí”)	0	30,8	46,2	19,2	3,8	2,98
14	IAPAR-00027 (“Catucaí”)	0	34,6	42,4	19,2	3,8	2,98
1	‘Rubi MG-1192’	0	38,8	55,6	5,6	0	2,67
4	IAPAR-00015 (“Catucaí”)	8,0	44,0	32,0	12,0	4,0	2,62
9	‘IPR-102’ (“Catucaí”)	10,7	35,7	39,3	10,7	3,6	2,58
7	‘IPR-108’ (‘IAPAR-59’ x “Catucaí”)	0	64,7	29,4	5,9	0	2,54
22							
23							
24	‘IAPAR-59’ (“Sarchimor”)	14,1	32,1	51,2	2,6	0	2,44
16	IAPAR-00029 (F ₃ do ‘IAPAR-59’ x “Mundo Novo”)	18,6	40,7	29,6	11,1	0	2,31
15	‘IPR-97’ (“Sarchimor”)	18,6	33,3	48,1	0	0	2,30
20	‘Catucaí Vermelho IAC-99’	4,2	70,8	25,0	0	0	2,30
21							
12	IAPAR-00025 (“Sarchimor”)	12,0	56,0	32,0	0	0	2,21
18	IAPAR-00031 (“Sarchimor”)	14,3	60,7	21,4	3,6	0	2,14
6	‘IPR-108’ (‘IAPAR-59’ x “Catucaí”)	20,8	62,5	12,5	4,2	0	2,00
11	‘IPR-105’ (“Catucaí S _H 2, S _H 3”)	22,2	66,7	11,1	0	0	1,90
17	‘IPR-103’ (“Catucaí”)	46,4	17,9	32,1	3,6	0	1,89
13	‘IPR-100’ (“Catucaí S _H 2, S _H 3”)	27,0	61,5	11,5	0	0	1,84
10	IAPAR-00023 (“Catucaí”)	36,0	52,0	12,0	0	0	1,77

4. ARTIGO 2: Variabilidade para resistência parcial à necrose dos frutos associada a *Colletotrichum* spp. em campo entre cultivares de café (*C. arabica* L.) de diferentes origens

Este artigo será submetido para publicação na revista *Bragantia*.

**VARIABILIDADE PARA RESISTÊNCIA PARCIAL À NECROSE
DOS FRUTOS ASSOCIADA A *Colletotrichum* spp. EM CAMPO
ENTRE CULTIVARES DE CAFÉ (*C. arabica* L.) DE DIFERENTES
ORIGENS**

RESUMO

O fungo *Colletotrichum* spp. está sendo associado a danos consideráveis para a cafeicultura brasileira provocando necrose de frutos em expansão. O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de café arábica para a resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. em condições de campo, em Londrina (PR – Brasil). As variáveis resistência à necrose de frutos (“COL”), quantidade média de frutos por nó produtivo (“FN”) e índice de luminosidade dentro da copa da planta (“LUM”) foram avaliadas em ensaio de campo no IAPAR (Londrina), em dezembro de 2004 em cafeeiros com três anos de idade. Foi avaliada a variável “COL” atribuindo notas de 1 a 5, onde 1 representam plantas com 0 % a 5 % de frutos necrosados. “FN” foi avaliada seguindo uma escala de notas de 1 a 5, onde 1 representam plantas com 0 a 3 frutos/ nó e nota 5 com mais do que 15 frutos/ nó. A avaliação da variável “LUM” foi visual e seguiram as notas de 1 a 5, onde 1 representam plantas com pouca luminosidade dentro da copa da planta. Dos 19 genótipos avaliados, 2 apresentaram moderada resistência, 7 moderada suscetibilidade, 5 suscetíveis e 5 altamente suscetíveis. As cultivares Obatã IAC 1669-20 e Catucaí Vermelho 4-79 foram as que apresentaram melhor nível de resistência parcial de campo, ou seja, com moderada resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp., provavelmente *C. gloeosporioides*.

Palavras-chave: antracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivares de café, melhoramento genético, determinismo genético.

ABSTRACT

PARTIAL RESISTANCE VARIABILITY TO FRUIT NECROSIS ASSOCIATED TO
Colletotrichum SPP. IN FIELD CONDITIONS AMONG DIFFERENT ORIGINS
COFFEE CULTIVARS (*Coffea Arabica L.*)

The fruit necrosis associated to *Colletotrichum* spp. is provoking serious losses for the brazilian coffee crop. The aim of this research was to evaluate *C. arabica* L. coffee cultivars for the resistance to fruit necrosis associated to *Colletotrichum* spp. in field conditions, in Londrina, Paraná State, Brazil. The variables fruit necrosis (“COL”), fruits per productive nodes average (“FN”) and luminosity index inside of the plant canopy (“LUM”) were evaluated in field assay at IAPAR (Londrina), in December 2004 on coffee trees with three years old. The “COL” variable were evaluated attributing scores from 1 to 5, where score 1 represent plants with 0 % to 5 % of necrosed fruits. “FN” were evaluated following a score scale from 1 to 5, where score 1 represent plants with 0 to 3 fruits/ node and score 5 with more than 15 fruits/ node. The evaluation of the variable “LUM” was visual and followed the scores from 1 to 5, where score 1 represent plants with low luminosity inside of the canopy. Of the 19 evaluated coffee genotypes, 2 presented moderate resistance, 7 moderate susceptibility, 5 susceptibility and 5 high susceptibility. The cultivars Obatã IAC 1669-20 and Catucaí Vermelho 4-79 presented

the best level of partial field resistance, or either, with moderate resistance to fruit necrosis associated to *Colletotrichum* spp., probably *C. gloeosporioides*.

Key words: antracnose, cultivars, coffee breeding, *Colletotrichum gloeosporioides*, genetic determinism.

INTRODUÇÃO

Várias espécies de fungo do gênero *Colletotrichum* causam diferentes doenças na cultura do café. A mais conhecida é o *C. kahawae* causador da doença “Coffee Berry Disease” (CBD), o qual normalmente ocorre em regiões de altitude elevada da África e conforme Masaba & Waller (1992), pode causar danos de até 80 % na produção se não realizado o controle químico.

Recentemente no Brasil, espécies do gênero *Colletotrichum* vêm sendo associadas à necrose de flores, frutos, ramos e folhas, sendo o provável agente patogênico o *C. gloeosporioides*. Em Minas Gerais, a partir de lesões jovens presentes nas folhas de cafeeiros adultos foi isolado *C. coffeanum*, agente causal da mancha manteigosa, e de mudas com lesões foi isolado *C. gloeosporioides*. Em testes de patogenicidade com frutos verdes destacados tanto *C. coffeanum* quanto *C. gloeosporioides* se mostraram patogênicos (Dorizzotto, 1993). Diferenças no comportamento de oito isolados de *C. gloeosporioides* quanto à patogenicidade, associados à análise de DNA sugerem diferentes espécies e/ ou patotipos (raças) patogênicos e não patogênicos, associados aos sintomas de antracnose nas folhas, ramos e frutos, em cafeeiro de Minas Gerais (Juliatti et al., 2000).

Orozco-Miranda (2003), em cafeeiros de diferentes regiões de Minas Gerais, identificou isolados de *Colletotrichum* spp. como pertencentes às espécies *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*, as quais diferiram claramente de *C. kahawae*. Os isolados de *C. acutatum* foram obtidos a partir de sintomas de necrose em ramos e folhas, e em ramos com seca de ponteiros. Os isolados de *C. gloeosporioides* foram obtidos a partir dos seguintes sintomas: mancha manteigosa em folhas e frutos; necrose em folhas, frutos e ramos; seca de ponteiros em ramos; e antracnose nos frutos. Este mesmo pesquisador considerou que os isolados de *C. gloeosporioides* que ocasionam os sintomas de mancha manteigosa, seca de ponteiros e necrose em frutos, constituem raças patogênicas desta espécie, e propôs que os isolados deste fungo que ocasionam a mancha manteigosa deve ser denominada como *C. gloeosporioides* raça mancha manteigosa.

Através do exame de mais de 400 isolados, Silva et al. (2005) identificaram a espécie *C. gloeosporioides* a partir de amostras de folhas, ramos e frutos escurecidos e necrosados das diferentes regiões cafeeiras do Estado do Paraná, sendo que para pouco mais de 5 % dos isolados foi também constatada a forma perfeita *Glomerella cingulata*.

As formas patogênicas e pouco agressivas de *Colletotrichum* spp. vêm sendo encontradas causando diferentes sintomas. Estes ocorrem a partir da base dos ramos plagiotrópicos e se desenvolvem para a ponta. Os sintomas são: escurecimento e morte das estípulas dos nós; manchas irregulares necróticas próximas às margens das folhas e queda; desenvolvimento de manchas pardas no caule verde podendo levar a plântula à morte; lesões necróticas de pardas a negras em gemas, flores, chumbinhos e frutos, provocando a morte e a queda destes e, enegrecimento e morte de ramos (Paradela-Filho et al., 2001), sendo a morte das estruturas reprodutivas e dos ramos os

mais prejudiciais para o cafeeiro. Esses mesmos sintomas estão sendo atribuídos ao ataque do complexo *Phoma/ Ascochyta* (Coffea ..., 2005), e alguns pesquisadores relatam a maior tolerância do genótipo Catucaí Amarelo 2SL ao complexo *Phoma/ Ascochyta* (Matiello et al., 2001; Krohling et al., 2004). Entretanto, Paradela-Filho et al. (2001) descreveram que de todos os sintomas descritos anteriormente, somente *Colletotrichum* spp. tem sido obtido em isolamentos e relatam a possibilidade da existência de diferentes isolados, uma vez que o fungo apresenta grande variabilidade em cultura. Também relatam que, raramente, em casos de ramos com sintomas de desfolha e seca descendente tem sido encontrada uma associação entre *Colletotrichum* spp. e *Phoma* spp. Os sintomas de seca de ramos apresentando colonização dos tecidos no sentido descendente da planta, caracteriza a forma saprofítica do *Colletotrichum* spp. (Paradela-Filho & Paradela, 2001).

Períodos contínuos com umidade elevada (7 a 10 dias de chuva) e, temperaturas amenas, em torno de 22 °C, favorecem o desenvolvimento de *Colletotrichum* spp. que passa da fase saprofítica para a parasítica (Paradela-Filho et al., 2001). Orozco-Miranda (2003) demonstrou que o crescimento micelial e esporulação de isolados de *C. gloeosporioides*, em meio malte-água, foi maior a 25 °C seguido de 20 °C, e esta maior do que a 15 °C e 30 °C. Segundo Paradela-Filho & Paradela (2001), quanto maior o período de molhamento dos tecidos das plantas, maior é a colonização deste fungo.

Atualmente, existe pouca pesquisa sobre o controle químico do *Colletotrichum* spp. que está ocorrendo no Brasil. Além disso, o maior problema é que as épocas críticas de controle deste fungo são entre o florescimento até a frutificação, sendo que muitas vezes não coincide com a época de controle de outras doenças como a ferrugem, com conseqüentes aumentos nos custos de produção. Assim, é de grande

importância a obtenção de cultivares com resistência parcial ou total ao *Colletotrichum* spp., provavelmente *C. gloeosporioides*.

Muitos pesquisadores relatam sobre a resistência do café ao *C. kahawae*, que ocorre na África, em diversos genótipos. É conhecido pouco sobre a resistência ao *Colletotrichum* que está ocorrendo no Brasil, provocando os sintomas descritos por Paradela-Filho & Paradela (2001). Orozco-Miranda (2003) realizou testes de resistência ao *C. gloeosporioides* em hipocótilos e frutos verdes e maduros destacados e encontraram diferentes níveis de resistência nas cultivares de café estudadas. Sera et al. (2005b) encontraram diferentes níveis de resistência parcial à necrose de frutos associada à presença de *Colletotrichum* spp. em avaliações de campo em cultivares e seleções de *Coffea arabica* L., variando desde altamente suscetível até moderadamente resistentes. Estes pesquisadores relataram que está ocorrendo segregação para a resistência à necrose de frutos dentro das cultivares e seleções dos germoplasmas Sarchimor, Catucaí, Icatu e Catuaí.

No IAPAR, todas as amostras de folhas, ramos e frutos escurecidos e necrosados de cafeeiros (*Coffea arabica* L.), com os mesmos sintomas descritos por Paradela-Filho et al. (2001), foram identificados como *Colletotrichum* spp. por Paradela-Filho (2004, informação pessoal) e como *C. gloeosporioides* por Silva et al. (2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de café para a resistência à necrose dos frutos associada ao *Colletotrichum* spp., com os mesmos sintomas descritos por Paradela-Filho et al. (2001), em condições de campo, em Londrina, PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de campo foi instalado em 20 de agosto de 2002 na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) em Londrina, PR, Brasil, no espaçamento 2,5 m x 0,5 m. A altitude local é de 585 m, com média anual histórica da temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, respectivamente, de 20,8 °C, 1610 mm e 71 %.

As variáveis necrose dos frutos associada ao *Colletotrichum* spp. (COL), quantidade média de frutos por nó produtivo (FN) e índice de luminosidade dentro da copa da planta (LUM) foram avaliadas em dezembro de 2004, e em cafeeiros com três anos de idade com alta quantidade de frutos. As avaliações foram realizadas nos estádios de chumbinho e expansão dos frutos.

Os genótipos avaliados foram: IAPAR-59 III-1-9, IAPAR-59 III-1-10, IAPAR-59 (originado de várias plantas), Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8), Tupi IAC 1669-33, Obatã IAC 1669-20, Costa Rica 95 T-8667, Catuaí Vermelho IAC-99, Ouro Verde IAC H5010-5, Rubi MG-1192, Mundo Novo IAC 464-12, Catucaí 785-15, Catucaí Vermelho 4-79, Catucaí-Açú, Icatu Precoce IAC-3282, Palma II, Rume Sudan IAC-1139 e Villa Sarchi (Icafé – Costa Rica). Além dessas cultivares, foi avaliado o genótipo Catuaí “Arrepiado”. Foram avaliadas em torno de 20 plantas por genótipo.

A resistência de campo à necrose dos frutos foi avaliada atribuindo notas de 1 a 5 com as respectivas % de frutos jovens necrosados, onde: 1 = 0 % a 5 %; 2 = 6 % a 10 %; 3 = 11 % a 20 %; 4 = 21 % a 40 %; e 5 = mais do que 41 %. As reações de resistência das cultivares foram presumidas a partir da nota média de ocorrência de necrose dos frutos. As reações de resistência foram: moderada resistência (nota média

de 1,10 a 1,99), moderada suscetibilidade (nota média de 2,00 a 2,99), suscetível (nota média de 3,00 a 3,99) e altamente suscetível (nota média de 4,00 a 5,00).

Sera et al (2005b) relataram que plantas com poucos frutos por nó produtivo apresentam poucos frutos necrosados associados à presença de *Colletotrichum* spp., mesmo em cafeeiros altamente suscetíveis. Isto porque, provavelmente, deve ocorrer menor acúmulo de água nos nós produtivos de plantas com poucos frutos por nó, assim, desfavorecendo o desenvolvimento do fungo. Portanto, foi avaliada a quantidade média de frutos por nó produtivo da planta (“FN”) dos melhores ramos produtivos seguindo uma escala modificada de notas de 1 a 5 usada por Sera et al. (2005b), onde: 1 = 0 a 3 frutos/ nó; 2 = 4 a 7 frutos/ nó; 3 = 8 a 11 frutos/ nó; 4 = 12 a 15 frutos/ nó; e 5 = mais do que 15 frutos/ nó. Somente as plantas com notas de FN maior ou igual a 3 foram consideradas nas avaliações da necrose de frutos. Entretanto, algumas plantas suscetíveis e altamente suscetíveis apresentavam alta quantidade de necrose mesmo com notas de “FN” 1 e 2. Assim, cafeeiros com essas notas foram consideradas nas avaliações.

A avaliação do índice de luminosidade dentro da copa da planta (“LUM”) foi visual e seguiu uma escala de notas de 1 a 5, onde: nota 1 representam plantas muito fechadas e com pouca luminosidade dentro da copa da planta, onde é muito difícil observar os frutos ou as estruturas reprodutivas da planta que estão dentro da copa e nota 5 representam plantas com alta incidência de luz dentro da copa, onde é possível observar claramente as estruturas reprodutivas dentro da copa.

Sera et al. (2005b), relataram que é necessário avaliar variáveis como FN e LUM, pois evitam erros na identificação de fontes de resistência à necrose de frutos em condições de campo.

O coeficiente de variação fenotípico (CV_F) ao nível de plantas foi estimado para verificar quais tratamentos estavam segregantes para a variável necrose de frutos. O CV_F da cultivar Icatu Precoce IAC-3282 foi usada como coeficiente de variação ambiental (CV_E) para estimar o coeficiente de determinação genotípico dentro dos genótipos (b) através da fórmula: $CV_G/ CV_F \times 100$, sendo $CV_G = CV_F - CV_E$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste ensaio de campo foram observados cafeeiros com reações de resistência à necrose dos frutos desde moderadamente resistentes até altamente suscetível. As notas médias das avaliações das variáveis COL, FN e LUM e reações de resistência dos genótipos de café avaliados estão apresentadas a seguir na **Tabela 1**.

Dos 19 genótipos avaliados, 2 apresentaram moderada resistência, 8 moderada suscetibilidade, 4 suscetíveis e 5 altamente suscetíveis (**Tabela 1**).

As cultivares Obatã IAC 1669-20 e Catucaí Vermelho 4-79 foram as que apresentaram melhor nível de resistência parcial com pouca perda na produção. Enquanto nessas cultivares a perda na produção foi em torno de 5 % a 10 %, em cultivares como a Costa Rica 95 e Palma II a perda foi maior do que 50 %. Em cultivares com moderada resistência os danos na produção podem não ser significativas, pois os nutrientes que iriam para os 10 % de frutos que necrosaram suprem os restantes dos frutos.

Tabela 1 – Notas médias e reações de resistência presumidas em condições de campo de cultivares de café arábica avaliadas em dezembro de 2004 no IAPAR (Londrina – PR – Brasil).

Genótipos	COL	FN	LUM	Resistência*
Palma II	4,35	3,53	5,00	AS
Costa Rica 95 T-8667 (Icafé – Costa Rica)	4,00	4,75	4,19	AS
IAPAR-59 III-1-10	4,00	4,00	3,45	AS
Mundo Novo IAC 464-12	3,83	2,67	4,33	S
Icatu Precoce IAC-3282	3,75	2,25	5,00	S
Catuaí “Arrepiado”	3,67	2,22	4,22	S
Catuaí 785-15 (Faz. Heringer Manhuaçu – MG)	3,60	3,95	3,75	S
Rubi MG-1192	3,50	3,50	3,00	S
Rume Sudan IAC-1139	3,13	3,38	4,75	S
Tupi IAC 1669-33	2,80	3,65	3,85	MS
Ouro Verde IAC H5010-5	2,65	3,45	3,95	MS
Catuaí-Açú	2,61	4,28	3,33	MS
IAPAR-59 (originado de várias plantas)	2,61	4,55	3,64	MS
Villa Sarchi (Icafé – Costa Rica)	2,50	3,20	3,50	MS
Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8)	2,39	3,89	3,83	MS
IAPAR-59 III-1-9	2,29	4,12	3,35	MS
Catuaí Vermelho IAC-99	2,00	3,43	3,29	MS
Catuaí Vermelho 4-79	1,90	3,42	3,08	MR
Obatã IAC 1669-20	1,82	3,76	3,18	MR

* Prováveis reações de resistência à necrose de frutos associada a *Colletotrichum* spp.

AS = altamente suscetível; S = suscetível; MS = moderadamente suscetível; MR = moderadamente resistente. Plantas com notas de FN 1 e 2 não foram consideradas nas avaliações, com exceção das plantas com notas de COL 4 e 5.

A hipótese de queda de frutos devido a causas fisiológicas (Carvalho, 1962 *apud* Rena et al., 2001; Montoya & Sylvain, 1962; Gopal, 1971) pode ser descartada, pois tanto as cultivares mais suscetíveis quanto as mais resistentes apresentavam semelhante vigor vegetativo e, não é justificável perdas maiores do que 50 %, chegando em até 70 % de frutos necrosados, devido a perdas fisiológicas. Além disso, todos os genótipos avaliados estavam com alto vigor vegetativo, alto enfolhamento e mesmo em algumas plantas com pouca quantidade de frutos foi

observado alta incidência de frutos necrosados. Assim, as plantas estavam com boa reserva nutricional, o que não justificaria a queda de mais que 50 % dos frutos nos cafeeiros altamente suscetíveis.

Os tratamentos ‘IAPAR-59’ III-1-9 e ‘IAPAR-59’ (originado de várias plantas) apresentaram moderada suscetibilidade, do mesmo modo que Sera et al. (2005b) observaram. Entretanto, o tratamento ‘IAPAR-59 III-1-10’ foi altamente suscetível. Os tratamentos ‘Tupi IAC 1669-33’ (IAPAR 88480-8) e ‘Tupi IAC 1669-33’ apresentaram moderada suscetibilidade. Sera et al. (2005b) classificaram a ‘Tupi IAC 1669-33’ como suscetível. Então, tanto nas cultivares IAPAR-59 quanto na Tupi IAC 1669-33 está ocorrendo segregação para a resistência à necrose dos frutos necessitando selecionar entre as progênies dessas cultivares.

A ‘Catuaí Vermelho IAC-99’ (“Caturra” x “Mundo Novo”) apresentou moderada suscetibilidade, enquanto que o Catuaí “Arrepiado” mostrou suscetibilidade indicando que também existe segregação entre os genótipos do “Catuaí”. Além disso, a ‘Rubi MG-1192’ (“Catuaí” x “Mundo Novo”) apresentou suscetibilidade confirmando os resultados de Sera et al. (2005b). A cultivar Ouro Verde IAC H5010-5 (“Catuaí” x “Mundo Novo”) mostrou moderada suscetibilidade e a ‘Mundo Novo IAC 464-12’ suscetibilidade. Neste ensaio, o “Catuaí Arrepiado” e a ‘Mundo Novo IAC 464-12’ foram classificadas como suscetíveis, entretanto, podem ser altamente suscetíveis, pois apresentaram alta porcentagem de frutos necrosados mesmo com alta nota do índice de luminosidade no interior da copa da planta e com poucos frutos por nó produtivo, ou seja, com condições desfavoráveis para a necrose de frutos segundo Sera et al. (2005b).

A ‘Catuaí Vermelho IAC-99’ foi considerada como moderadamente suscetível mesmo apresentando nota média de necrose de frutos (COL = 2,00) próxima das cultivares moderadamente resistentes Obatã IAC 1669-20 (COL = 1,82) e Catucaí

Vermelho 4-79 (COL = 1,90), pois a quantidade de frutos por nó produtivo na ‘Catuaí’ foi baixa, com 30,3 % das plantas com notas de FN maior ou igual a 3. Em contrapartida, em outros genótipos moderadamente suscetíveis como o ‘IAPAR-59 III-1-9’, Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8), IAPAR-59 (originado de várias plantas), Catucaí-Açú, Ouro Verde IAC H5010-5 e ‘Tupi IAC 1669-33’ foram observadas, respectivamente, 89,5 %, 77,3 %, 96,9 %, 81,9 %, 95,2 % e 100 % de plantas com notas de FN maior ou igual a 3 (**Tabela 2**). Sera et al. (2005b) também classificaram a ‘Catuaí Vermelho IAC-99’ como moderadamente suscetível, a qual estava com baixa quantidade de frutos por nó e alto índice de luminosidade dentro da copa da planta em comparação com outros genótipos.

Neste trabalho não foi realizada a avaliação da necrose de flores. Assim, é possível que os cafeeiros com alta frequência de plantas com notas de FN 1 e 2 sejam suscetíveis à necrose de flores como foi observado em Mundo Novo IAC 464-12, Icatu Precoce IAC-3282, Catuaí “Arrepiado”, Rubi MG-1192, Rume Sudan IAC-1139, Villa Sarchi e Catuaí Vermelho IAC-99. Portanto, a avaliação da quantidade de frutos por nó produtivo quando os frutos já estiverem maduros, poderia ser um método de avaliação da resistência à necrose de frutos e das flores. Isto desde que seja realizada em cafeeiros com alta produção.

Apesar do Catucaí Vermelho 4-79 apresentar moderada resistência, as cultivares Catucaí-Açú e Catucaí 785-15 foram, respectivamente, moderadamente suscetível e suscetível, indicando a ocorrência de segregação para a suscetibilidade entre genótipos do germoplasma Catucaí do mesmo modo que Sera et al. (2005b) demonstraram.

Tabela 2 – Frequência das diferentes notas da variável quantidade de frutos por nó produtivo (FN) dos genótipos avaliados em dezembro de 2004 no IAPAR, Londrina, PR.

Genótipos	Frequência de notas FN (%) ⁽¹⁾				
	1	2	3	4	5
Palma II	---	28,6	28,6	33,3	9,5
Costa Rica 95 T-8667	---	5,9	---	23,5	70,6
IAPAR-59 III-1-10	---	8,3	16,7	58,3	16,7
* Mundo Novo IAC 464-12	31,3	37,4	31,3	---	---
* Icatu Precoce IAC-3282	30,0	65,0	5,0	---	---
* Catuaí “Arrepiado”	60,0	20,0	20,0	---	---
Catuaí 785-15	---	9,5	23,8	38,1	28,6
* Rubi MG-1192	90,0	---	5,0	5,0	---
* Rume Sudan IAC-1139	50,0	5,6	27,8	16,7	---
Tupi IAC 1669-33	---	---	47,6	42,9	9,5
Ouro Verde IAC H5010-5	---	4,8	57,1	33,3	4,8
Catuaí-Açú	13,6	4,5	13,6	31,8	36,5
IAPAR-59 (originado de várias plantas)	---	3,1	9,4	25,0	62,5
* Villa Sarchi (Icafé – Costa Rica)	20,0	30,0	45,0	---	5,0
Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8)	22,7	---	18,2	31,8	27,3
IAPAR-59 III-1-9	---	10,5	26,3	26,3	36,9
* Catuaí Vermelho IAC-99	45,5	24,2	18,2	9,1	3,0
Catuaí Vermelho 4-79	5,3	31,6	42,0	15,8	5,3
Obatã IAC 1669-20	9,1	13,6	31,8	31,8	13,6

* Genótipos com frequência de plantas com notas de FN 1 e 2 \geq 50 %.

⁽¹⁾ Três traços (---) indicam ausência de plantas com a respectiva nota de quantidade de frutos por nó produtivo.

Para tanto, nas diversas cultivares como as derivadas do “Icatu”, “Catuaí”, “Catucaí”, “Sarchimor” e outros é necessário a seleção dentro dessas visando obter genótipos com melhores níveis de resistência parcial, pois, provavelmente, está ocorrendo segregação para a resistência à necrose de frutos dentro desses genótipos.

Na **Tabela 3** é apresentada a frequência, em porcentagem, das diferentes notas da variável COL, coeficiente de variação fenotípica (“CV_F”) e coeficiente de determinação genotípica (“b”) dentro dos genótipos avaliados. Pela distribuição das frequências de notas da variável COL e baixos valores de “CV_F” e “b” observados nos genótipos Palma II, Costa Rica 95, IAPAR-59 III-1-10, Mundo Novo IAC 464-12, Icatu

Precoce, Catuaí “Arrepiado”, Rubi MG-1192, Catuaí Vermelho IAC-99, Catucaí Vermelho 4-79 e Obatã IAC 1669-20 é possível indicar que não está ocorrendo segregação para a resistência ou suscetibilidade à necrose de frutos e que não existe variabilidade genética para a seleção dentro desses genótipos. Assim, as cultivares Catucaí Vermelho 4-79 e Obatã IAC 1669-20 além de serem moderadamente resistentes, não estão segregando para a resistência. Os outros tratamentos apresentaram altos valores de “CV_F” e “b” indicando que são segregantes e que é possível melhorar os níveis de resistência pela seleção dentro desses genótipos, com destaque para as cultivares Tupi IAC-1669-33 (IAPAR 88480-8), IAPAR-59 III-1-9 e Catucaí-Açú, as quais apresentaram os maiores valores de “CV_F” e “b”, e mais números de classes de

Tabela 3 – Notas médias de necrose de frutos associada a *Colletotrichum* spp. (COL), frequência, em porcentagem, das diferentes notas da variável COL, coeficiente de variação fenotípica (CV_F) e coeficiente de determinação genotípica (b) dentro dos genótipos avaliados em dezembro de 2004 no IAPAR, Londrina, PR.

Genótipos	Frequência de notas (%)					CV _F %	b	COL
	1	2	3	4	5			
Palma II	0	0	11,7	41,2	47,1	16,12	0,173	4,35
Costa Rica 95 T-8667	0	6,2	25,0	31,3	37,5	24,15	0,448	4,00
IAPAR-59 III-1-10	0	9,0	18,2	36,4	36,4	25,00	0,467	4,00
Mundo Novo IAC 464-12	0	16,7	0	66,6	16,7	25,67	0,481	3,83
Icatu Precoce IAC-3282	0	0	25,0	75,0	0	13,33	0	3,75
Catuaí “Arrepiado”	0	11,1	11,1	77,8	0	19,27	0,308	3,67
Catucaí 785-15	5,0	5,0	30,0	45,0	15,0	27,63	0,518	3,60
Rubi MG-1192	0	0	50,0	50,0	0	20,20	0,340	3,50
Rume Sudan IAC-1139	0	37,5	25,0	25,0	12,5	36,03	0,630	3,13
Tupi IAC 1669-33	5,0	40,0	30,0	20,0	5,0	35,90	0,629	2,80
Ouro Verde IAC H5010-5	5,0	40,0	40,0	15,0	0	30,67	0,565	2,65
Catucaí-Açú	22,2	11,1	55,6	5,6	5,6	41,83	0,681	2,61
IAPAR-59 (originado de várias plantas)	16,1	19,4	48,4	16,1	0	37,90	0,648	2,61
Villa Sarchi (Icafé – Costa Rica)	0	60,0	30,0	10,0	0	28,28	0,529	2,50
Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8)	22,2	38,9	22,2	11,1	5,6	47,90	0,722	2,39
IAPAR-59 III-1-9	17,6	47,1	29,4	0	5,9	42,94	0,690	2,29
Catuaí Vermelho IAC-99	10,0	90,0	0	0	0	15,81	0,157	2,00
Catucaí Vermelho 4-79	8,3	91,7	0	0	0	15,06	0,115	1,90
Obatã IAC 1669-20	17,6	82,4	0	0	0	21,55	0,381	1,82

notas de necrose dos frutos. É provável que se realizado a seleção dentro dessas cultivares, essas apresentarão o mesmo nível de resistência da ‘Obatã IAC 1669-20’, se estiverem com nível nutricional similar, pois ambas possuem o mesmo parental em comum com esta cultivar. Entretanto, é necessário selecionar, de preferência, plantas resistentes com alta quantidade de frutos por nó (FN = 4 e 5) e com índice de luminosidade não muito alto (LUM = 1, 2 e 3) para evitar erros na seleção de cafeeiros que não sejam resistentes. As plantas resistentes cujas progênes não segregarem para a suscetibilidade deverão ser selecionadas.

Na **Tabela 4** é possível observar que a maioria dos genótipos apresentaram mais necrose de frutos quando as notas foram maior ou igual a 3, como no caso dos genótipos Palma II, IAPAR-59 III-1-10, Mundo Novo IAC 464-12, Icatu Precoce IAC-3282, Catuaí “Arrepiado”, Catucaí 785-15, Rubi MG-1192, Rume Sudan IAC-1139, Ouro Verde IAC H5010-5, Catucaí-Açú e Villa Sarchi. Assim, confirmando a importância de se eliminarem as plantas com notas de FN 1 e 2 para evitar erros na identificação de fontes de resistência. Entretanto, algumas plantas suscetíveis e altamente suscetíveis apresentam alta quantidade de frutos necrosados mesmo com notas de “FN” 1 e 2, como pode ser observado na **Tabela 4** nos genótipos Palma II, Costa Rica 95, Mundo Novo IAC 464-12, Icatu Precoce IAC-3282, Catuaí “Arrepiado”, IAPAR-59 (originado de várias plantas) e Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8). Por este motivo, cafeeiros com notas de FN 1 e 2, porém suscetíveis, foram considerados nas avaliações. A não avaliação das variáveis FN e LUM pode resultar em menor eficiência de seleção. Isto porque a não eliminação de plantas com notas de FN 1 e 2 e/ou de plantas com alto índice de luminosidade resultará em aumento da variância ambiental com consequente diminuição da variância genotípica e da herdabilidade da variável resistência à necrose dos frutos.

Tabela 4 – Notas médias da necrose de frutos (COL) de plantas com notas 1, 2, 3, 4 e 5 da variável quantidade de frutos por nó produtivo (FN) dos diferentes genótipos avaliados. As avaliações das variáveis COL e FN foram realizadas em cafeeiros com três anos de idade na Estação Experimental do IAPAR, Londrina, PR, em dezembro de 2004.

Genótipos ⁽¹⁾	Notas de FN ⁽²⁾				
	1	2	3	4	5
Palma II	---	3,17	4,50	4,29	4,50
Costa Rica 95 T-8667	---	4,00	---	3,50	4,17
IAPAR-59 III-1-10	---	1,00	4,00	3,86	4,50
Mundo Novo IAC 464-12	1,60	3,20	3,20	---	---
Icatu Precoce IAC-3282	1,17	2,85	3,00	---	---
Catuai “Arrepiado”	1,50	3,25	3,50	---	---
Catucai 785-15	---	2,50	3,80	3,63	3,33
Rubi MG-1192	1,06	---	4,00	3,00	---
Rume Sudan IAC-1139	1,00	2,00	3,20	3,00	---
Tupi IAC 1669-33	---	---	2,70	2,78	2,50
Ouro Verde IAC H5010-5	---	2,00	2,58	3,00	1,00
Catucai-Açú	1,00	2,00	2,67	3,14	2,13
IAPAR-59 (originado de várias plantas)	---	4,00	2,33	3,00	2,50
Villa Sarchi (Icafé – Costa Rica)	1,25	1,67	2,33	---	4,00
Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8)	2,80	---	2,25	2,71	1,33
IAPAR-59 III-1-9	---	1,50	2,20	2,20	2,43
Catuai Vermelho IAC-99	1,07	2,00	2,00	2,00	1,00
Catucai Vermelho 4-79	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00
Obatã IAC 1669-20	1,00	1,67	2,00	2,00	1,00

⁽¹⁾ Genótipos ordenados decrescentemente com base na nota média de incidência de necrose de frutos.

⁽²⁾ Três traços (---) indicam ausência de plantas com a respectiva nota de quantidade de frutos por nó produtivo.

Em testes de resistência em laboratório com frutos verdes destacados, Orozco-Miranda (2003) encontrou que as cultivares Mundo Novo IAC 319-19, Rubi MG-1192, Catuai Amarelo IAC-62, Catuai Vermelho IAC-99, Acaiá Cerrado MG-1474 e Katipó apresentaram maior número de frutos necrosados causados por *C. gloeosporioides* do que as cultivares Apoatã e Icatu IAC-3282 e estas mais suscetíveis do que Catuai Vermelho e Tupi IAC 1669-33. Alguns desses resultados de Orozco-

Miranda (2003) estão coerentes com este trabalho de campo, pois as cultivares Tupi IAC 1669-33 e Catucaí Vermelho 4-79 foram mais resistentes do que a Mundo Novo IAC 319-19 e a Rubi MG-1192. Porém neste trabalho a ‘Icatu IAC-3282’ foi mais suscetível do que ‘Mundo Novo IAC 464-12’ e ‘Rubi MG-1192’ e, estas duas, mais suscetíveis do que a ‘Catucaí Vermelho IAC-99’. Neste trabalho, ‘Icatu Precoce IAC-3282’ foi classificada como suscetível, entretanto, esta poderia se comportar como altamente suscetível se estivesse com alta quantidade de frutos por nó e menor incidência de luminosidade dentro da copa da planta.

Essas diferenças quanto à resistência à necrose de frutos associada a *Colletotrichum* spp. nas avaliações deste trabalho, em relação aos testes em hipocótilos e em frutos destacados realizados por Orozco-Miranda (2003) pode ser devido: a) existir diferenças entre os diferentes testes de resistência; b) diferenças entre a resistência de frutos e em hipocótilos; c) segregação para a resistência ao *Colletotrichum* spp. em genótipos do “Icatu”, “Catucaí”, “Catucaí”, “Sarchimor” e em outros; d) existe a possibilidade de que o(s) patógeno(s) ou patotipo(s) envolvido(s) na necrose de frutos em Londrina podem ser diferentes em relação ao do Estado de Minas Gerais. Caso confirmado que o patógeno de Londrina causador desta necrose de frutos, com os mesmos sintomas causados por *Colletotrichum* spp. descritos por Paradela-Filho et al. (2001), é da mesma espécie utilizada por Orozco-Miranda (2003), ou seja, *C. gloeosporioides*, ainda existe a possibilidade da existência de isolados ou raças com patogenicidades diferenciadas (Juliatti et al., 2000; Orozco-Miranda, 2003) em relação aos de Londrina.

Neste trabalho, nenhuma das plantas avaliadas com “FN” maior ou igual a 3 (boa frutificação) apresentaram ausência de sintomas ou resistência completa à necrose de frutos, indicando a resistência parcial do(s) gene(s) de resistência.

A resistência pode ser derivada de *Coffea canephora* Pierre, pois tanto a ‘Obatã IAC 1669-20’ (“Sarchimor”) e a ‘Catucaí Vermelho 4-79’ apresentam genes desta espécie, do mesmo modo que Sera et al. (2005b) concluíram. Van der Vossen & Walyaro (1980) relataram que, provavelmente, a resistência do “Híbrido de Timor” ao *C. kahawae* é proveniente de *C. canephora*. Assim, similarmente, é possível ocorrer no caso da necrose de frutos deste trabalho. Orozco-Miranda (2003) também encontrou em “Sarchimor” (Tupi IAC 1669-33) e em “Catucaí” como os mais resistentes ao *C. gloeosporioides*, ambos com genes de *C. canephora*.

A resistência à necrose de frutos é muito influenciada pelo ambiente. É possível que os graus de resistência encontrados nos cafeeiros desta pesquisa possam ser diferentes em outros locais ou em outros anos. Devido ao efeito ambiental, as notas de resistência nas avaliações de campo podem ser diferentes das avaliações em laboratório. Orozco-Miranda (2003) encontrou diferenças nas reações de resistência nos testes de hipocótilos em comparação aos testes com frutos nos cafeeiros inoculados com isolados de *C. gloeosporioides*. Van der Graaff (1981) observou diferentes reações de resistência ao *C. kahawae* nos diferentes tipos de avaliações realizados em genótipos de *Coffea arabica*.

Se comprovada que o patógeno causador da necrose de frutos em Londrina é o *Colletotrichum* spp., também existe a possibilidade da existência de diferentes patotipos de *Colletotrichum* como Juliatti et al. (2000) sugeriram para *C. gloeosporioides*. Assim, no mesmo genótipo podem ocorrer diferentes reações de resistência. Em testes com hipocótilos, Orozco-Miranda (2003) encontrou que genótipos de café apresentaram diferentes reações de resistência quando inoculados com diferentes isolados de *C. gloeosporioides*. Várzea et al. (2002) encontraram interação diferencial entre as cultivares e os isolados usados nos testes de resistência ao *C.*

kahawae em *Coffea* sp. Esses pesquisadores não identificaram nenhum cafeeiro resistente a todos os isolados. O mesmo que ocorreu com as pesquisas com *C. kahawae* no CIFIC (Portugal) e com *C. gloeosporioides* na UFLA em Minas Gerais pode estar ocorrendo no IAPAR em Londrina.

Como a resistência à necrose de frutos parece ser específica a raças, é provável que a resistência parcial seja devida a oligogenes maiores sofrendo a ação de genes modificadores poligênicos ou de efeito secundário, altamente influenciados pelo ambiente, isto se confirmado que o agente causal é o *Colletotrichum* spp.. Trabalhos realizados no Quênia (Van der Vossen & Walyaro, 1980) têm levado a conclusão de que a resistência ao *C. kahawae* é controlada por genes maiores em três diferentes locos em diferentes variedades. A altamente resistente ‘Rume Sudan’ carrega o gene dominante *R* e o recessivo *k*. A moderadamente resistente ‘K7’ carrega somente o gene recessivo *k* e a altamente resistente “Híbrido de Timor” carrega o gene *T*. Entretanto, Van der Graaff (1981) encontrou distribuição contínua para a resistência ao *C. kahawae* e não observou a natureza qualitativa dos genes de resistência nos cafeeiros estudados. Os genes modificadores podem ser dentre outros o vigor vegetativo e arquitetura da planta que favoreça o aumento da umidade relativa do ar dentro da copa. O baixo vigor vegetativo é consequência da nutrição inadequada que favorece a doença. A arquitetura compacta e ramificada pode favorecer a doença por maior auto-sombreamento que diminui a luminosidade aumentando a umidade relativa do ar e período de molhamento das folhas e frutos. Em estudos de correlações foi observado que cafeeiros com menor vigor vegetativo (Sera et al., 2003a, 2004, 2005a) e menor índice de luminosidade dentro da copa (Sera et al., 2004) apresentavam mais necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp..

A resistência à necrose de frutos pode ser devido a genes diferentes presentes em diferentes genótipos do mesmo modo que Van der Vossen & Walyaro (1980) observaram para *C. kahawae*, ou seja, a resistência do “Catucaí” pode ser diferente da resistência do “Sarchimor”. Assim, a reação de resistência de uma das linhagens do “Catucaí”, “Sarchimor” ou “Catucaí” pode ser diferente de outras linhagens destes mesmos germoplasmas.

Além disso, provavelmente, a resistência à necrose dos frutos pode ser devido a gene(s) diferente(s) da resistência à necrose dos botões florais e flores, ramos e folhas, os quais também são sintomas causados por *Colletotrichum* spp. descritos por Paradela-Filho et al. (2001). Barbosa (2001) verificou na cultura do milho que a correlação entre área do colmo lesionada e área foliar afetada foi baixa, evidenciando que os mecanismos que conferem resistência à podridão de colmo e antracnose foliar, ambos provocados por *C. graminicola*, provavelmente, não são os mesmos. Orozco-Miranda (2003) encontrou reações diferentes nas inoculações de hipocótilo e frutos de cafeeiros o que pode ser explicado pelas diferenças existentes nas características de ramos e frutos existentes entre as cultivares avaliadas. Assim, a avaliação para a resistência deve ser realizada nas diferentes partes da planta para verificar se existem diferenças entre a resistência à necrose dos frutos em relação ao das flores, ramos e folhas. A baixa quantidade de frutos por nó produtivo observada em alguns genótipos como no caso da cultivar Mundo Novo IAC 464-12 pode ser devido à suscetibilidade desta à necrose dos botões florais e flores, além da suscetibilidade à necrose dos frutos.

Cafeeiros segregantes para a resistência dentro de um mesmo genótipo como no caso das cultivares Tupi IAC 1669-33 e IAPAR-59, podem causar diferentes reações de resistência entre os genótipos avaliados nesta pesquisa em relação a outras avaliações com os mesmos cafeeiros, porém de diferentes origens. Do mesmo modo,

Sera et al. (2005b) encontraram segregação para a resistência à necrose dos frutos dentro da cultivar IPR-108 e Várzea et al. (2002) identificaram algumas progênies de Rume Sudan possuindo elevado nível de resistência ao *C. kahawae* e outras apresentando alta suscetibilidade.

Através de estudos histológicos Gieskes (1976) e Masaba (1979) indicaram que o mecanismo de resistência ao *C. kahawae*, provavelmente, é inespecífico a raças, pois detectaram que cafeeiros resistentes formam sintomas de lesões tipo crosta (“scab lesion”) como resposta a infecção. Da mesma forma Orozco-Miranda (2003) encontrou este mecanismo de resistência (“scab lesion”) para o *C. gloeosporioides*. Assim, é possível que os cafeeiros moderadamente resistentes encontrados nesta pesquisa também apresentem este mecanismo de resistência.

É necessária a realização de testes de patogenicidades para definir qual é o agente causal da necrose de flores, frutos, ramos e folhas. São necessários novos estudos da: interação diferencial entre os diferentes patotipos e as cultivares para verificar a presença de raças; mecanismos de resistência em diferentes partes da planta e; natureza dos genes de resistência para formular estratégias visando dar maior durabilidade da resistência das atuais cultivares e para dar eficiência ao processo de obtenção de cultivares com resistência duradoura à necrose dos frutos.

Também como sugestão para trabalhos futuros, em avaliações de campo seria preciso avaliar várias vezes durante o desenvolvimento dos frutos para evitar erros na identificação de fontes de resistência devido a existência de genótipos no mesmo experimento com maturações dos frutos diferenciadas. Como exemplo, cultivares com maturação dos frutos precoces em comparação com cultivares tardias podem ter uma resistência à necrose dos frutos do tipo escape devido a não coincidência de frutos em estágio adequado para o ataque do patógeno com o período de chuva contínua. Então, é

possível que cultivares resistentes com maturação dos frutos tardia em ambiente mais frio podem ser mais suscetíveis se cultivadas em ambiente mais quente, onde a maturação dos frutos é acelerada.

No Brasil, 95 % da área cultivada com café arábica é composta por cultivares dos germoplasmas Catuaí e Mundo Novo (Matiello et al., 2002), portanto, como foi visto neste trabalho são variedades com reações variando desde moderada suscetibilidade até suscetibilidade, portanto, grandes perdas de produção na cafeicultura do Brasil podem estar ocorrendo.

É recomendável o plantio de cafeeiros com moderada resistência, de preferência, porém, o uso de cultivares moderadamente suscetíveis não seria muito problemático em regiões com condições ambientais desfavoráveis para a necrose de frutos, manejo adequado e controle químico eficiente do(s) patógeno(s) envolvido(s) nesta doença. Entretanto, o plantio de cultivares suscetíveis (“S”) ou altamente suscetíveis (“AS”) não é desejável, visto que, mesmo em cafeeiros com alta incidência de luminosidade dentro da copa da planta, ou seja, com menor umidade, apresentaram alta porcentagem de frutos necrosados. Assim, nesses cafeeiros suscetíveis, provavelmente, ocorrerá alta quantidade de frutos necrosados mesmo com o aumento do espaçamento. O uso destas cultivares suscetíveis devem ser evitadas devido a necessidade de controle químico intensivo com consequentes aumentos nos custos de produção. Além disso, a época de controle químico da necrose de frutos, com os mesmos sintomas descritos por Paradela-Filho et al. (2001) como sendo *Colletotrichum* spp., muitas vezes não coincide com a época de controle da ferrugem e, portanto, dificultando o controle simultâneo dessas duas doenças com o mesmo fungicida.

CONCLUSÕES

- Existe variabilidade para a resistência à necrose dos frutos entre e dentro das cultivares e genótipos de *C. arabica* selecionados em Minas Gerais, São Paulo e Paraná.
- As cultivares Obatã IAC 1669-20 e Catucaí Vermelho 4-79 apresentaram mais resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp..
- É possível melhorar as cultivares IAPAR-59, Tupi IAC 1669-33 e Catucaí-Açú através de seleção visando mais resistência à necrose de frutos.

5. ARTIGO 3: Correlação entre a necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. com as características frutos por nó e produtividade entre genótipos de café arábica (*Coffea arabica* L.)

Este artigo será submetido para publicação na revista *Semina – Ciências Agrárias*.

**CORRELAÇÃO ENTRE A NECROSE DE FRUTOS ASSOCIADA AO
COLLETOTRICHUM SPP. COM AS CARACTERÍSTICAS FRUTOS POR NÓ E
PRODUTIVIDADE ENTRE GENÓTIPOS DE CAFÉ ARÁBICA (*COFFEA*
ARABICA L.)**

RESUMO

O fungo *Colletotrichum* spp. vem sendo associado a graves perdas para a cafeicultura brasileira. O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de relação entre a variável necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. (“COL”) com a quantidade média de frutos por nó produtivo (“FN”) e com a produção (“PRD”) em genótipos de café arábica. O ensaio de campo foi realizado no IAPAR (Londrina, PR, Brasil) em dezembro de 2004 e em cafeeiros com três anos de idade. A variável “COL” foi avaliada atribuindo notas de 1 a 5, onde 1 representam plantas com 0 % a 5 % de frutos necrosados. “FN” foi avaliada seguindo uma escala de notas de 1 a 5, onde 1 representa plantas com 0 a 3 frutos/ nó e nota 5 com mais do que 15 frutos/ nó. A avaliação visual subjetiva da produção foi estimada em litros de frutos em estágio cereja por planta. A correlação de Pearson foi estimada para avaliar a existência de associações entre as variáveis. Foram observadas correlações positivas e significativas a 1 % entre “COL” e “FN” e entre “COL” e “PRD”. A necrose de frutos foi mais intensa em cafeeiros com mais produção e com mais frutos por nó produtivo. A avaliação da resistência de campo à necrose dos frutos associada à presença de *Colletotrichum* spp. é facilitada se realizada em cafeeiros com alta produção e com alta quantidade de frutos por nó produtivo.

Palavras-chave: antracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, melhoramento genético, cultivares de café, associação.

ABSTRACT

CORRELATION BETWEEN FRUIT NECROSIS ASSOCIATED TO *COLLETOTRICHUM* SPP. WITH THE FRUITS PER NODE AND YIELD TRAITS OF ARABIC COFFEE (*COFFEA ARABICA* L.)

Different fungi species of genus *Colletotrichum* has been associated with losses to the Brazilian coffee crop. The aim of this research was to evaluate the association between the variable fruit necrosis associated to *Colletotrichum* spp. (“COL”) with the fruits per productive node average (“FN”) and between “COL” and the yield (“PRD”) in *Coffea arabica* L. genotypes. The field assay were evaluated at IAPAR (Londrina, PR, Brazil), in December 2004 and on coffee trees with three years old. The “COL” variable were evaluated attributing scores from 1 to 5, where score 1 represent plants with 0 % to 5 % of necrosed fruits. “FN” were evaluated following a score scale from 1 to 5, where score 1 represent plants with 0 to 3 fruits/ node and score 5 with more than 15 fruits/ node. The yield per plant was estimated by visual evaluation in liters of cherry fruits per plant. The Pearson’s coefficient of correlation was estimated to evaluate the associations between variables. Positive and significant correlations were observed at 1 % between “COL” x “FN” and between “COL” x “PRD”. The fruit necrosis was higher on coffees with higher yield and with higher amount of fruits per productive node. The field

evaluation for resistance to fruit necrosis is better if accomplished on coffee trees with high yield and with high amount of fruits per productive node.

Key words: antracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, coffee breeding, cultivars, association.

INTRODUÇÃO

Várias espécies de fungo do gênero *Colletotrichum* causam diferentes doenças na cultura do café. A mais conhecida é o *C. kahawae* causador da doença “Coffee Berry Disease” (CBD), a qual ocorre na África. Entretanto, recentemente, outras espécies do gênero *Colletotrichum* vêm sendo associadas a sérios danos para a cafeicultura brasileira.

Em Minas Gerais, a partir de lesões jovens presentes nas folhas de cafeeiros adultos foi isolado *C. coffeanum*, agente causal da mancha manteigosa, e de mudas com lesões foi isolado *C. gloeosporioides*. Em testes de patogenicidade com frutos verdes destacados tanto *C. coffeanum* quanto *C. gloeosporioides* se mostraram patogênicos (Dorizzotto, 1993). Diferenças no comportamento de oito isolados de *C. gloeosporioides* quanto à patogenicidade, associados à análise de DNA sugerem diferentes espécies e/ou patotipos (raças) patogênicos e não patogênicos, associados aos sintomas de antracnose nas folhas, ramos e frutos, em cafeeiros de Minas Gerais (Juliatti et al., 2000).

Orozco-Miranda (2003) identificou isolados de *Colletotrichum* spp. como pertencentes às espécies *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*, as quais diferiram claramente de *C. kahawae* e foram obtidos de cafeeiros do Estado de Minas Gerais. Os

isolados de *C. acutatum* foram obtidos a partir de sintomas de necrose em folhas e ramos, e em ramos com seca de ponteiros. Os isolados de *C. gloeosporioides* foram obtidos a partir dos seguintes sintomas: mancha manteigosa em folhas e frutos; necrose em folhas, frutos e ramos; seca de ponteiros em ramos; e antracnose nos frutos. Este mesmo pesquisador considerou que os isolados de *C. gloeosporioides* que ocasionam os sintomas de mancha manteigosa, seca de ponteiros e necrose em frutos, constituem raças patogênicas desta espécie, e propôs que os isolados deste fungo que ocasionam a mancha manteigosa deve ser denominada como *C. gloeosporioides* raça mancha manteigosa.

Silva et al. (2005) identificaram o *C. gloeosporioides* a partir de amostras de folhas, ramos e frutos escurecidos e necrosados das diferentes regiões cafeeiras do estado do Paraná.

As formas patogênicas e pouco agressivas de *Colletotrichum* spp. são encontradas causando diferentes sintomas. Esses ocorrem a partir da base dos ramos plagiotrópicos e se desenvolvem para a ponta. Os sintomas são: escurecimento e morte das estípulas dos nós; manchas irregulares necróticas próximas às margens das folhas e queda; desenvolvimento de manchas pardas no caule verde podendo levar a plântula à morte; lesões necróticas de pardas a negras em gemas, flores, chumbinhos e frutos, provocando a morte e a queda destes e, enegrecimento e morte de ramos (Paradela-Filho et al., 2001), sendo a morte das estruturas reprodutivas e dos ramos os mais prejudiciais para o cafeeiro. Esses mesmos sintomas estão sendo atribuídos ao ataque do complexo *Phoma/ Ascochyta* (Coffea ..., 2005), e alguns pesquisadores relatam a maior tolerância do genótipo Catucaí Amarelo 2SL ao complexo *Phoma/ Ascochyta* (Matiello et al., 2001; Krohling et al., 2004). Entretanto, Paradela-Filho et al. (2001) descreveram que de todos os sintomas descritos anteriormente, somente *Colletotrichum* spp. tem sido

obtido em isolamentos e relatam a possibilidade da existência de diferentes isolados, uma vez que o fungo apresenta grande variabilidade em cultura. Também relatam que, raramente, em casos de ramos com sintomas de desfolha e seca descendente tem sido encontrada uma associação entre *Colletotrichum* spp. e *Phoma* spp. Os sintomas de seca de ramos apresentando colonização dos tecidos no sentido descendente da planta, caracteriza a forma saprofítica de *Colletotrichum* spp. (Paradela-Filho & Paradela, 2001).

Períodos contínuos com umidade elevada (7 a 10 dias de chuva) e, temperaturas amenas, em torno de 22 °C, favorecem o desenvolvimento de *Colletotrichum* spp. que passa da fase saprofítica para a parasítica (Paradela-Filho et al., 2001). Orozco-Miranda (2003) demonstrou que o crescimento micelial e esporulação de isolados de *C. gloeosporioides*, em meio malte-ágar, foi maior a 25 °C seguido de 20 °C, e esta maior do que a 15 °C e 30 °C.

Sera et al. (2005b) sugeriram que cafeeiros com poucos frutos por nó produtivo, provavelmente, apresentam menos necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. do que em cafeeiros com alta quantidade de frutos, porém nenhum estudo de correlação foi realizado entre essas variáveis.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a existência de associação entre a necrose de frutos, com os mesmos sintomas descritos por Paradela-Filho et al. (2001), com a quantidade de frutos por nó produtivo e com a produção em genótipos de café arábica.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de campo foi instalado em 20 de agosto de 2002 na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) em Londrina, PR, Brasil, no espaçamento 2,5 m x 0,5 m. A altitude local é de 585 m, com média anual histórica de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, respectivamente, de 20,8 °C, 1610 mm e 71 %.

No IAPAR, todas as amostras de folhas, ramos e frutos escurecidos e necrosados de cafeeiros (*Coffea arabica* L), com os mesmos sintomas descritos por Paradela-Filho et al. (2001), foram identificados como *Colletotrichum* spp. por Paradela-Filho (2004, informação pessoal) e como *C. gloeosporioides* por Silva et al. (2005).

As variáveis necrose dos frutos e quantidade de frutos por nó produtivo foram avaliadas em dezembro de 2004 e em cafeeiros com três anos de idade com alta quantidade de frutos. Estas avaliações foram realizadas nos estádios de fruto “chumbinho” e expansão dos frutos. A variável produção foi avaliada em maio de 2005.

Os genótipos avaliados foram: IAPAR-59, Tupi IAC 1669-33, Obatã IAC 1669-20, Costa Rica 95 T-8667, Catuaí Vermelho IAC-99, Ouro Verde IAC H5010-5, Rubi MG-1192, Mundo Novo IAC 464-12, Catucaí 785-15, Catucaí Vermelho 4-79, Catucaí-Açú, Icatu Precoce IAC-3282, Palma II, Rume Sudan IAC-1139 e Villa Sarchi (Icafé – Costa Rica). Além dessas cultivares, foi avaliado o genótipo Catuaí “Arrepiado”. No total foram avaliadas 336 plantas, sendo em torno de 20 plantas por genótipo.

A necrose de frutos associada à presença de *Colletotrichum* spp. (“COL”) foi avaliada atribuindo notas de 1 a 5, onde: 1 = 0 % a 5 % de frutos necrosados; 2 = 6

% a 10 % de frutos necrosados; 3 = 11 % a 20 % de necrose; 4 = 21 % a 40 % de necrose; e 5 = mais do que 41 % de frutos necrosados.

Foi avaliada a quantidade média de frutos por nó produtivo da planta (“FN”) dos melhores ramos produtivos seguindo uma escala de notas de 1 a 5, onde: 1 = 0 a 3 frutos/ nó; 2 = 4 a 7 frutos/ nó; 3 = 8 a 11 frutos/ nó; 4 = 12 a 15 frutos/ nó; e 5 = mais do que 15 frutos/ nó (**Figura 1**).

A avaliação da produção (“PRD”) foi visual e baseada em litros de frutos cereja por planta.

Foi usado o software Genes (CRUZ, 2001) para estimar a correlação de Pearson entre as variáveis “COL”, “FN” e “PRD”. A significância foi verificada pelo teste t. Além das correlações entre as variáveis de todas as plantas (Corr. todas), foram estimadas correlações separadas das 91 plantas das cultivares mais resistentes (Corr. resist.) e das 245 plantas das cultivares mais suscetíveis (Corr. suscet.). Isto porque em cultivares mais resistentes ocorre pouca necrose de frutos mesmo em cafeeiros com alta quantidade de frutos por nó produtivo.

Foram consideradas cultivares mais resistentes aquelas com notas médias de 1 até 2,5 e cultivares mais suscetíveis com notas médias de 2,6 até 5,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As correlações estimadas neste trabalho estão apresentadas na **Tabela 1**. Na **Tabela 2** são apresentadas as notas médias da necrose de frutos de plantas com notas 1, 2, 3, 4 e 5 da variável quantidade de frutos por nó produtivo dos diferentes genótipos avaliados.

Tabela 1 - Correlações entre as variáveis necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. (COL), quantidade de frutos por nó produtivo (FN) e produção (PRD) em cafeeiros arábicos avaliados no IAPAR (Londrina – PR – Brasil).

Correlação de todas as plantas		Correlação das mais resistentes		Correlação das mais suscetíveis	
Variáveis	Correlação (r)	Variáveis	Correlação (r)	Variáveis	Correlação (r)
COL x FN	0,3512**	COL x FN	0,0523 ^{n.s.}	COL x FN	0,4987**
COL x PRD	0,2457**	COL x PRD	0,0940 ^{n.s.}	COL x PRD	0,3344**

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

A associação entre a variável “COL” com a “FN” foi positiva e significativa a 1 % para a “Corr. todas” ($r = 0,3512$) e para a “Corr. suscet.” ($r = 0,4987$), enquanto que a “Corr. resist.” ($r = 0,0523$) foi não significativa. Isto indica que a maior frequência de frutos necrosados associados à presença de *Colletotrichum* spp. ocorreu em parte devido a maior quantidade de frutos por nó produtivo ($r = 0,4987^{**}$) (**Tabela 1**) do mesmo modo que Sera et al. (2005b) sugeriram. Na maioria dos genótipos foi observado aumento da necrose de frutos com o aumento da quantidade de frutos por nó, como foi o caso dos genótipos Palma II, IAPAR-59 III-1-10, Mundo Novo IAC 464-12, Icatu Precoce IAC-3282, Catuaí “Arrepiado”, Catucaí 785-15, Rubi MG-1192, Rume Sudan IAC-1139, Ouro Verde IAC H5010-5, Catucaí-Açú e Villa Sarchi (**Tabela 2**). A maior incidência de necrose de frutos em plantas suscetíveis com maior quantidade de frutos por nó pode ser devido ao acúmulo de água nos pedúnculos de nós produtivos com muitos frutos, o qual faz com que aumente o período de molhamento no fruto com conseqüente aumento da severidade de *Colletotrichum* spp.. Segundo Paradela-Filho & Paradela (2001), quanto maior o período de molhamento dos tecidos das plantas, mais é a colonização pelo fungo. Sera et al. (2004) verificaram mais necrose de frutos associada a este fungo na região de Londrina, PR, dentro da copa de

cafeeiros mais sombreados ou com menor incidência de luz e arejamento o que aumenta o período de molhamento.

Também foi observada associação positiva e significativa a 1 % entre as variáveis “COL” e “PRD” para a “Corr. todas” ($r = 0,2457$) e para a “Corr. suscet.” ($r = 0,3344$), indicando que em plantas suscetíveis com mais produção a necrose de frutos foi mais intensa.

Tanto nas correlações COL x FN como COL x PRD das plantas das cultivares mais resistentes não foram significativas. Nas plantas mais resistentes não ocorreu aumento significativo da necrose de frutos em cafeeiros com mais frutos por nó produtivo e com mais produção, como pode ser observado para as cultivares Obatã IAC 1669-20, Catucaí Vermelho 4-79, Catucaí Vermelho IAC-99 e IAPAR-59 III-1-9 (**Tabela 2**).

Na **Tabela 2** é possível observar que a maioria dos genótipos apresentaram mais necrose de frutos a partir de plantas com nota de FN igual a 3, como é o caso dos genótipos Palma II, IAPAR-59 III-1-10, Catucaí 785-15, Rubi MG-1192, Rume Sudan IAC-1139, Ouro Verde IAC H5010-5, Catucaí-Açú e Villa Sarchi. Assim, a avaliação da resistência à necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp., em condições de campo, deve ser realizada em cafeeiros com alta produção, com frutos nos estádios de chumbinho e expansão e em plantas com notas de FN 3, 4 e 5. Isto aumentará a eficiência na identificação de fontes de resistência à necrose de frutos evitando-se avaliar planta suscetível com poucos frutos por nó como sendo mais resistente. Sera et al. (2005b) não consideraram as avaliações de plantas com notas de FN igual a 1 ou 2 para identificar fontes de resistência à necrose de frutos. Entretanto, algumas plantas suscetíveis e altamente suscetíveis apresentam alta quantidade de frutos necrosados mesmo com notas de “FN” 1 e 2, como pode ser observado na **Tabela 2** nos

genótipos Palma II, Costa Rica 95, Mundo Novo IAC 464-12, Icatu Precoce IAC-3282, Catuaí “Arrepiado”, IAPAR-59 (originado de várias plantas) e Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8). Assim, cafeeiros com notas de FN 1 e 2, porém suscetíveis (COL = 4 e 5), devem ser considerados nas avaliações.

Em avaliações de campo para a resistência à necrose de frutos é necessário avaliar outras variáveis que influenciam na sua incidência como o índice de luminosidade dentro da copa da planta (Sera et al., 2004), vigor vegetativo (Sera et al. 2003a, 2004, 2005a) e quantidade de frutos por nó produtivo.

A não avaliação da variável FN e do índice de luminosidade dentro da copa da planta pode resultar em menor eficiência de seleção. Isto porque a não eliminação de plantas com notas de FN 1 e 2 e/ ou de plantas com alto índice de luminosidade resultará em aumento da variância ambiental com conseqüente diminuição da variância genotípica e da herdabilidade da variável resistência à necrose dos frutos.

CONCLUSÕES

A necrose dos frutos foi mais intensa em cafeeiros com mais produção e com mais frutos por nó produtivo.

A avaliação da resistência à necrose de frutos associada à presença de *Colletotrichum* spp., em condições de campo, deve ser realizada em cafeeiros com alta produção e alta quantidade de frutos por nó produtivo.

Tabela 2 – Notas médias da necrose de frutos (COL) de plantas com notas 1, 2, 3, 4 e 5 da variável quantidade de frutos por nó produtivo (FN) dos diferentes genótipos avaliados. As avaliações das variáveis COL e FN foram realizadas em cafeeiros com três anos de idade na Estação Experimental do IAPAR, Londrina, PR, em dezembro de 2004.

Genótipos ⁽¹⁾	Notas de FN ⁽²⁾				
	1	2	3	4	5
Palma II	---	3,17	4,50	4,29	4,50
Costa Rica 95 T-8667	---	4,00	---	3,50	4,17
IAPAR-59 III-1-10	---	1,00	4,00	3,86	4,50
Mundo Novo IAC 464-12	1,60	3,20	3,20	---	---
Icatu Precoce IAC-3282	1,17	2,85	3,00	---	---
Catuai “Arrepiado”	1,50	3,25	3,50	---	---
Catucaí 785-15	---	2,50	3,80	3,63	3,33
Rubi MG-1192	1,06	---	4,00	3,00	---
Rume Sudan IAC-1139	1,00	2,00	3,20	3,00	---
Tupi IAC 1669-33	---	---	2,70	2,78	2,50
Ouro Verde IAC H5010-5	---	2,00	2,58	3,00	1,00
Catucaí-Açú	1,00	2,00	2,67	3,14	2,13
IAPAR-59 (originado de várias plantas)	---	4,00	2,33	3,00	2,50
Villa Sarchi (Icafé – Costa Rica)	1,25	1,67	2,33	---	4,00
Tupi IAC 1669-33 (IAPAR 88480-8)	2,80	---	2,25	2,71	1,33
IAPAR-59 III-1-9	---	1,50	2,20	2,20	2,43
Catuai Vermelho IAC-99	1,07	2,00	2,00	2,00	1,00
Catucaí Vermelho 4-79	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00
Obatã IAC 1669-20	1,00	1,67	2,00	2,00	1,00

⁽¹⁾ Genótipos ordenados decrescentemente com base na nota média de incidência de necrose de frutos.

⁽²⁾ Três traços (---) indicam ausência de plantas com a respectiva nota de quantidade de frutos por nó produtivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Café. AGRIANUAL 2003 - Anuário da Agricultura Brasileira.** FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003. p. 249 – 266.
- AGUILAR, G.; BERTRAND, B.; ANTHONY, F. Comportamiento agronómico y resistencia a las principales plagas de diferentes variedades derivadas del Híbrido de Timor. **Noticiero del café. Revista del Instituto del café de Costa Rica.** n. 94 - 95. ISSN 108-421X, 8p. 1997.
- AMORIM, L. Disseminação. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia.** v.1, 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 14. p. 286.
- BARBOSA, M. P. M. **Variabilidade patogênica de *Colletotrichum graminicola* isolado de milho (*Zea mays* L.).** 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- BELLA-MANGA, M.; BIEYSSE, D.; MOUEN-BEDIMO, J. A.; AKALAY, I.; BOMPARD, E.; BERRY, D. Observation sur la diversité de la population de *Colletotrichum kahawae* agent de l'antracnose des baies du caféier Arabica. Implications pour l'amélioration génétique. In: COLLOQUE ASIC, 17, Nairobi. **Proceedings ...**, 1997.
- BIEYSSE, D.; BOMPARD, E.; BELLA-MANGA, M.; ROUSSEL, V.; VERGNES, C. Diversité génétique et variabilité du pouvoir pathogène chez *Colletotrichum kahawae*, agent de l'antracnose des baies de *Coffea arabica*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 16, Kyoto (Japan). **Proceedings ...** 1995. p. 745 – 749.

- BRANDO, C. H. J. Vantagens e vulnerabilidades da cafeicultura brasileira. **AGRIANUAL 2003 - Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003. p. 251 – 253.
- CAIXETA, G. Z. T. Gerenciamento da cafeicultura em época de crise. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de Produção de Café com Qualidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 1 – 24.
- CAIXETA, G. Z. T. Mercado de café, novo perfil e novas oportunidades. **Informe Agropecuário – Cafeicultura: tecnologia para produção**. Belo Horizonte: EPAMIG, v. 19, n. 193, p. 14 – 15. 1998.
- CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C. Café Icatu como fonte de resistência a *Colletotrichum coffeanum*. **Bragantia**, v. 35, p. 343 – 347, 1976.
- CARVALHO, A.; MONACO, L. C.; VOSSEN, H. A. M. van der. Resistência do Icatu ao *Colletotrichum coffeanum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 3., 1975, Curitiba – PR. **Resumos ...** Rio de Janeiro: IBC / GERCA, 1975. p. 114.
- CARVALHO, A.; MONACO, L. C.; VOSSEN, H. A. M. van der. Resistência do cafeeiro ao *Colletotrichum coffeanum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 6., 1978, Ribeirão Preto – SP. **Resumos ...** Rio de Janeiro: IBC / GERCA, 1978. p. 28 – 29.
- COFFEA Revista de Tecnologia Cafeeira. **Phoma/ Ascochyta ataca severamente a florada neste ano**. In: MATIELLO, J. B.; GUIMARÃES, R. J.; ALMEIDA, S. R.; JAPIASSÚ, L. B.; PAIVA, R. N.; GARCIA, A. W. F.; CARVALHO, C. H. S. de (Eds.). ano 2: n. 8. setembro-dezembro de 2005, p. 36 – 37.
- COFFEE Research Station, Ruiru, Quênia, 1964. **Annual Report**, 1963/1964.

- COOK, R. T. A. Detecting disease resistance in coffee plants. **Kenya coffee**, v. 38, 1973. p. 257 – 277.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- DORIZZOTTO, 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 Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/sbicafe/publicacao/frpublicacao.asp> >. Acesso em: 28 mai. 2002.
- FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 87 – 113.
- FERNANDES, N. T. **Incidência e controle de populações fúngicas associados à qualidade de bebida de café (*Coffea arabica* L.) na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2000. 64 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/sbicafe/publicacao/frpublicacao.asp> >. Acesso em: 28 mai. 2002.
- FERREIRA, J. B.; ABREU, M. S. de; PEREIRA, I. S. Colonização de diferentes estádios fisiológicos e tecidos maduros de fruto de *Coffea arabica* L. por *Colletotrichum* spp.. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, 2005, Londrina – PR. **Anais ...**, 2005b. CD-ROOM / Núcleo de Doenças e Nematóides do Cafeeiro.

- FERREIRA, J. B.; ABREU, M. S. de; PEREIRA, I. S.; OROZCO-MIRANDA, E. F. Progresso da antracnose em folhas de cafeeiros no campo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, 2005, Londrina – PR. **Anais ...**, 2005a. CD-ROOM / Núcleo de Doenças e Nematóides do Cafeeiro.
- FIGUEIREDO, P.; MARIOTTO, P. R. *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. atacando frutos verdes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **O Biológico**. v. 44 (1). p. 25 – 26. 1978.
- FIRMAN, I. D. Screening of coffee for the resistance to coffee berry disease. **East African Agricultural Forest Journal**, v. 29, p. 192-194, 1964.
- GIESKES, S. A. A. Histological study on the wound-reaction of coffee tissue following inoculation with *Colletotrichum coffeanum*. **Research Report, Coffee Research Foundation**, Kenya, Mimeographed, 1976. 53 p.
- GOPAL, N. H. Preliminary studies on the control of fruit drop seed in Arabica coffee. **Indian Coffee**, v. 35, p. 413-417, 1971.
- GRIFFITHS, E. Plant pathology. **Annual Report of the Coffee Research Foundation**, Kenya, v. 1967/68, p. 43 – 48, 1968.
- HARADA, E.; FERRAZ, F. M.; FERRAZ, J. V. A força do agronegócio na economia brasileira. **AGRIANUAL 2003 - Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003. p. 52 – 57.
- HINDORF, H. *Colletotrichum* occurring on *Coffea arabica*: a review. **Journal of Coffee Research**. v. 5. n. 3/4. p. 43 – 56. July / October 1975.
- JULIATTI, F. C.; SILVA, S. A. da. Antracnose - *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. e outras espécies. **Manejo Integrado de Doenças na Cafeicultura do Cerrado**. 1. ed. Uberlândia: UFU, 2001. p. 37 – 50.
- JULIATTI, F. C.; SILVA, C. C. N.; FILHO, L. R. G. Estudos das características fisiológicas e genéticas de isolados de *Colletotrichum* spp. coletados em lavouras

- cafeeiras (*Coffea arabica*) de Minas Gerais. 1 – Testes de patogenicidade e análise molecular. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas – MG. **Resumos expandidos ...** Brasília - DF: EMBRAPA Café / MINASPLAN, 2000, v.1, p. 215 – 218.
- KROHLING, C. A.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Maior tolerância a *Phoma/Ascochyta* em cafeeiros Catucaí 2SL em Marechal Floriano-ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28, 2002, Caxambu – MG. **Trabalhos apresentados ...** Rio de Janeiro: MAPA / PROCAFÉ, 2002. p. 38 – 39.
- KROHLING, C. A.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Maior tolerância a *Phoma/Ascochyta* em cafeeiros Catucaí 2SL em Marechal Floriano-ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29, 2003, Araxá – MG. **Trabalhos apresentados ...** Rio de Janeiro: MAPA / PROCAFÉ, 2003. p. 374 – 375.
- KROHLING, C. A.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Maior tolerância a *Phoma/Ascochyta* em cafeeiros Catucaí 2SL em Marechal Floriano-ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30, 2004, São Lourenço – MG. **Trabalhos apresentados ...** Rio de Janeiro: MAPA / PROCAFÉ, 2004. p. 28 – 29.
- MASABA, D. M. The mechanism of resistance to CBD in coffee. Varietal differences in wound-reaction after CBD infection on berries and hypocotyl stems. **Unpub. report, Coffee Research Foundation**, Kenya, 1979.
- MASABA, D. M.; WALLER, J. M. Coffee Berry Disease, the current status. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Eds.). **Colletotrichum: biology, pathology and control**. Oxon, UK: C. A. B. International, 1992. p. 237 – 249.
- MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; KROHLING, C.; BRITO, G. Adaptação de novas variedades de café em regiões cafeeiras de inverno úmido, na Bahia e Espírito Santo e provável tolerância ao complexo *Phoma/Ascochyta*. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27, 2001, Uberaba – MG. **Trabalhos apresentados ...** Rio de Janeiro: MAPA / PROCAFÉ, 2001. p. 367 – 369.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil - Novo manual de recomendações.** Rio de Janeiro - RJ e Varginha – MG: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 54-76.
- MONTOYA, L. A.; SYLVAIN, P. G. Aplicación de soluciones de azúcar en aspersiones foliares, para prevenir la caída prematura del grano verde del café. **Turrialba**, v. 12, p. 100-101, 1962.
- OMONDI, C. O.; AYIECHO, P. O.; MYANG'OMBE, A. W.; HINDORF, H. Reaction of some *Coffea arabica* genotypes to strains of *Colletotrichum kahawae*, the causal of Coffee Berry Disease. **Journal of Phytopathology**, v. 148, 2000. p. 61 – 63.
- OROZCO-MIRANDA, E. F. (2003) **Caracterização morfológica, molecular, bioquímica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. associados ao cafeeiro em Minas Gerais e comparação com *Colletotrichum kahawae*.** 147 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Lavras: Universidade Federal de Lavras (UFLA).
- OROZCO-MIRANDA, E. F.; FREITAS, M.; PIGOZZO, P.; ABREU, M. S. de. 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 –MG. **Anais ...** Sete Lagoas, 2002a. p. 59.
- OROZCO-MIRANDA, E. F.; FREITAS, M.; PIGOZZO, P.; ABREU, M. S. de. Transmissão de *Colletotrichum* spp. por sementes de café arábica (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7, 2002, Sete Lagoas –MG. **Anais ...** Sete Lagoas, 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: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. cap. 8. p. 269 – 275.
- PARADELA-FILHO, O.; PARADELA, A. L.; THOMAZIELLO, R. A.; RIBEIRO, I. J. A.; SUGIMORI, M. H.; FAZUOLI, L. C. O complexo *Colletotrichum* do cafeeiro. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, n. 191. 2001.
- PARESQUI, L.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; SAKIYAMA, C. C. H.; BATISTA, U. G. Evidências de latência e associação endofítica de *Colletotrichum* sp. em tecidos de *Coffea arabica* L.. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3, 2003, Porto Seguro – BA. **Anais ...** Brasília – DF: EMBRAPA Café, 2003. p. 200.
- PASCHOLATI, S. F. Fitopatógenos: arsenal enzimático. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. v.1. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 19. p. 348.
- PONTE, A. M. da. **Ainda sobre a pulverização do cafeeiro arábica com superfosfato de cálcio contra a antracnose ou queda dos frutos, normalmente atribuída ao *Colletotrichum coffeanum* Noack**. Instituto de Investigação Agronômico de Angola, 1965. 6p.
- RAYNER, R. W. Coffee berry disease, a survey of investigations carried out up to 1950. **East African Agricultural Forest Journal**, v. 17, p. 130 – 158, 1952.
- RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. cap. 4. p. 101 – 128.
- RIGOUZZO, M.; BERRY, D.; BERTHOULY, M.; MOUEN BEDIMO, J.; GANBIN, O.; BOCCARA, M. Recherche de tests précoces de sélection de *Coffea arabica* résistants à l' anthracnose des baies (CBD) sur matériels *in vivo* et *in vitro*. In:

- INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 15, **Proceedings ...** Montpellier (France), 1993. p. 811 – 812.
- RODRIGUES JR., C. J.; VÁRZEA, V. M. P.; MEDEIROS, E. F. Evidence for the existence of physiological races of *Colletotrichum coffeanum* Noack sensu Hindorf. **Kenya Coffee**, v. 57, 1992. p. 1417 – 1420.
- SERA, G. H.; ALTÉIA, M. Z.; SERA, T.; PETEK, M. R. Avaliação e seleção de cafeeiros para resistência ao *Colletotrichum* spp. em germoplasma de café portador dos genes da 'IAPAR - 59'. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO AGRONEGÓCIO DO CAFÉ NA AMAZÔNIA, julho de 2002, Ji-Paraná. **Anais ...** Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2003b. p. 109 – 111.
- SERA, G. H.; ALTÉIA, M. Z.; SERA, T.; PETEK, M. R. Correlação entre a ocorrência de *Colletotrichum* spp. com outras características agronômicas em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) portadores de genes de *C. canephora*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3, 2003, Porto Seguro – BA. **Anais ...** Brasília – DF: EMBRAPA Café, 2003a. p. 231.
- SERA, G. H.; ITO, D. S.; SERA, T. ; PETEK, M. R.; MATA, J. S. da; AZEVEDO, J. A.; DOI, D. S.; COTARELLI, V. M. Associação da incidência de *Colletotrichum* spp. com características agronômicas em cafeeiros. **SBPN Scientific Journal** – Anais do XII Encontro Nacional da SBPN. v. 8. – Edição especial, ISSN 1415-6512, 2004. p. 19.
- SERA, G. H.; ALTÉIA, M. Z.; SERA, T.; PETEK, M. R.; ITO, D. S. Correlação entre a ocorrência de *Colletotrichum* spp. e outras características agronômicas em cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 435 – 440. 2005a
- SERA, G. H.; SERA, T.; ITO, D. S.; AZEVEDO, J. A. de; RIBEIRO-FILHO, C.; PETEK, M. R.; MATA, J. S. da; DOI, D. S.; COTARELLI, V. M. Resistência de

- campo ao *Colletotrichum* spp. entre genótipos de café (*Coffea arabica* L.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, Londrina, 2005. **Anais ...**, Brasília: EMBRAPA Café, 2005b. CD-ROOM / Núcleo de Genética e Melhoramento do Cafeeiro.
- SILVA, C. C. N.; JULIATTI, F. C.; POZZA, E. A.; GIOVANINI, M. P.; SILVA, S. A. da. Características fisiológicas e genéticas de isolados de *Colletotrichum* sp. coletados em lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 1., 1998, Uberlândia. **Palestras e Resumos**. Uberlândia: UFU/DEAGO, Araguari: Associação dos cafeicultores de Araguari, 1998 (157 p.). p. 97 - 100. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/sbicafe/publicacao/frpublicacao.asp>>. Acesso em: 28 mai. 2002.
- SILVA, M. R. L.; MENEGUIM, L.; GONÇALVES, J. S.; PISTORI, J. F.; LEITE JR., R. P. (2005) Caracterização de *Colletotrichum* spp. associado ao cafeeiro no Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, 2005, Londrina – PR. **Anais ...** CD-ROOM / Núcleo de Doenças e Nematóides do Cafeeiro.
- SOARES, A. **Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2001. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola – UFV, Viçosa.
- VAN DER GRAAFF, N. A. **Selection of arabica coffee resistant to coffee berry disease in Ethiopia**. 110 f. Doctoral thesis, Wageningen, The Netherlands, 1981.
- VAN DER VOSSSEN, H. A. M. Plant breeding. The effect of tonic sprays with fungicides on growth, yield, quality and CBD infection. **Annual Report of the Coffee Research Foundation**, Kenya, v. 1975/76, p. 83 – 84, 1977.

- VAN DER VOSSSEN, H. A. M.; COOK, R. T. A.; MURAKARU, G. N. W. Breeding for resistance to coffee berry disease caused by *Colletotrichum coffeanum* Noack (sensu Hindorf) in *Coffea arabica* L. I. Methods of preselection for resistance. **Euphytica**, v. 25, p. 733-745, 1976.
- VAN DER VOSSSEN, H. A. M.; WALYARO, D. J. A. The coffee breeding programme in Kenya: a review of progress made since 1971 and plan of action for the coming years. **Kenya Coffee**, v. 46, p. 113 – 130, 1981.
- VAN DER VOSSSEN, H. A. M.; WALYARO, D. J. A. **Breeding for resistance to coffee berry disease in *Coffea arabica* L.** 1980, 29 : 777 – 791.
- VÁRZEA, V. M. P. **1. Variabilidade em *Colletotrichum* spp. de cafeeiro. 2. Pesquisa de fontes de resistência ao *C. kahawae*.** Dissertação apresentada ao Instituto de Investigação Científica Tropical para acesso à categoria de Investigador Auxiliar. Instituto de Investigação Científica Tropical. Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, 1995, 128 p.
- VÁRZEA, V. M. P.; RODRIGUES JR., C. J.; MEDEIROS, F. Different pathogenicity of CBD isolates on coffee genotypes. In: ASIC MONTPELLIER, 15, **Proceedings ...** ASIC, 1993. p. 303 – 308.
- VÁRZEA, V. M. P.; SILVA, M. C. M. L.; RODRIGUES JR., C. J. Resistência do cafeeiro à antracnose-dos-frutos-verdes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2002. cap. 9. p. 321 – 368.
- WALYARO, D. J. A. **Considerations in breeding for improved yield and quality in arabica coffee (*Coffea arabica* L.).** Doctoral thesis, Wageningen, The Netherlands, 1983, 120 p.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Café (*Coffea arabica* L.). Doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Controle de doenças de plantas: Grandes Culturas**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitopatologia; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997, v. 1. p. 83 – 140.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, E. M. Produção integrada do cafeeiro: manejo de doenças. / 29. Manejo integrado da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2003. p. 490 – 491.

7. ANEXOS



Figura 1 – Necrose dos frutos e sintomas de amarelecimento do pedúnculo dos frutos, os quais se tornarão necrosados, em cafeeiro suscetível à necrose dos frutos associada ao *Colletotrichum* spp.. Foto tirada dentro da copa da planta em cafeeiro com nota de LUM = 1.



Figura 2 – Queda de frutos associada à presença de *Colletotrichum* spp. em Londrina – PR. (IAPAR – fevereiro de 2005).



Figura 3 – Enegrecimento e morte de ramos associados ao *Colletotrichum* spp. em Londrina – PR, IAPAR.



Figura 4 – Necrose de frutos associada à presença de *Colletotrichum* spp.. Setas azuis estão indicando frutos verdes com sintoma de amarelecimento na base dos frutos, o qual se tornará necrosado. Setas brancas estão indicando os frutos necrosados. (IAPAR, Londrina, PR, fevereiro de 2005).

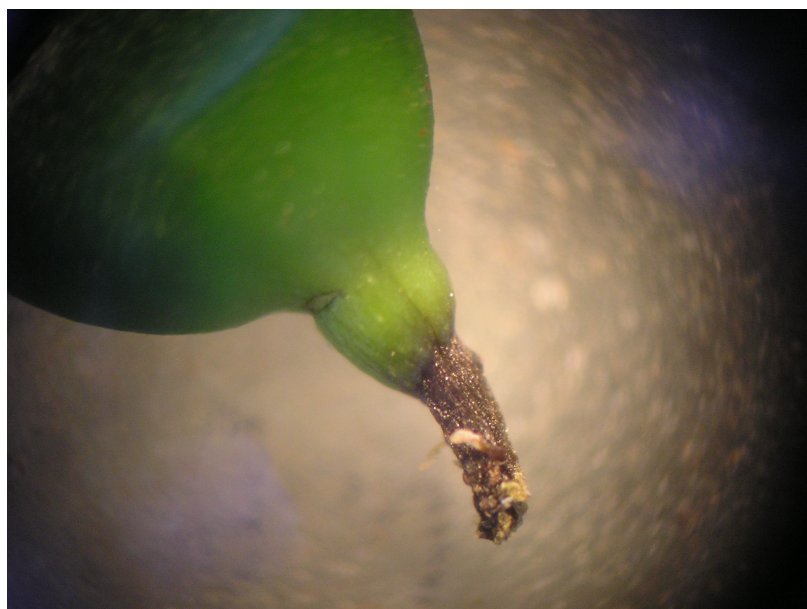
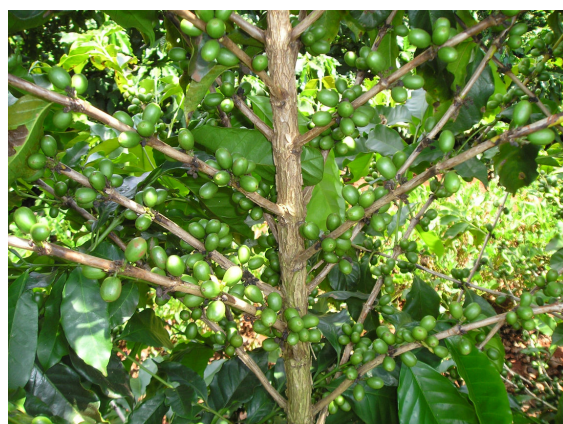


Figura 5 – Estrangulamento do pedúnculo do fruto associado ao *Colletotrichum* spp. (IAPAR).



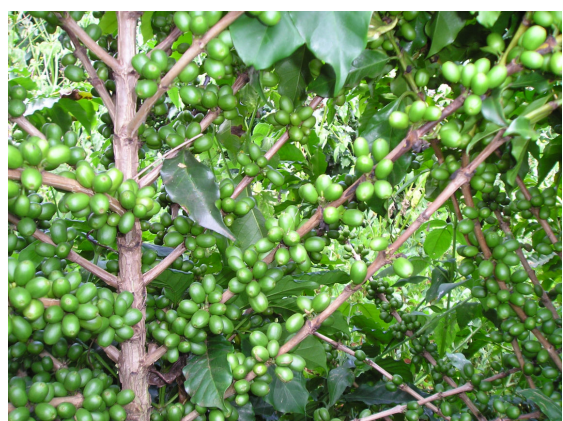
Figura 6 - Escala de notas de 1 a 5 do índice de luminosidade dentro da copa da planta (LUM), usada na avaliação de cafeeiros no IAPAR (Londrina – PR).



FN = 1



FN = 2



FN = 3



FN = 4



FN = 5

Figura 7 – Escala de notas de 1 a 5 da quantidade de frutos por nó produtivo (FN), usada na avaliação de cafeeiros no IAPAR (Londrina – PR).