

INTENSIDADE DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE EM CAFEIEIRO QUANTO À FACE DE EXPOSIÇÃO DAS PLANTAS¹

Adriano Augusto de Paiva Custódio², Edson Ampélio Pozza³, Anselmo Augusto de Paiva Custódio⁴, Paulo Estevão de Souza⁵, Luiz Antônio Lima⁶, Luciana Maria de Lima⁷

(Recebido: 02 de outubro de 2009; aceito 13 de setembro de 2010)

RESUMO: O conhecimento da ocorrência de doenças foliares do cafeeiro, quanto à face de exposição das plantas, poderá auxiliar na melhor representatividade adotada na amostragem quanto aos índices das doenças, reduzindo perdas no campo. Objetivou-se, neste trabalho avaliar a incidência e a severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) e a incidência da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke (= *Mycosphaerella coffeicola* (Cooke) Stev. & Wellman)), em folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), quanto às faces norte e sul de exposição das plantas. Realizou-se a avaliação da intensidade das doenças, em folhas de cafeeiro cultivar Rubi, em intervalos médios de 23 dias, no período de abril de 2004 a junho de 2006. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (6 lâminas de água x 2 faces da planta) e 3 repetições, cujos tratamentos corresponderam à face de exposição norte e sul das plantas. Calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) que foi submetida à análise de variância, para a variável qualitativa. Verificou-se influência significativa da face de exposição das plantas quanto à incidência e severidade da ferrugem, nos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006. Houve maior progresso da ferrugem na face sul quando comparada à face norte das plantas. O sombreamento com menor exposição à radiação solar e maior período de molhamento foliar podem ter favorecido o progresso da ferrugem. Para a incidência da cercosporiose houve influência significativa da face apenas para o ano agrícola 2004/2005, com maior progresso na doença na face norte das plantas. A maior exposição à radiação solar direta pode ter favorecido o progresso da cercosporiose em folhas do cafeeiro. Assim, sugere-se para se obter melhor representatividade na amostragem da intensidade da ferrugem e da cercosporiose em folhas de cafeeiro considerar, sempre que possível, a face de exposição das plantas mais favorável ao progresso das doenças.

Palavras-chave: Epidemiologia, ferrugem, cercosporiose, molhamento foliar, sombreamento.

EFFECTS OF SUN EXPOSITION ON RUST AND CERCOSPORA LEAF SPOT INTENSITY ON COFFEE PLANTS

ABSTRACT: Knowledge of coffee leaf diseases related to sun exposition can contribute to better sampling techniques to evaluate diseases and reduce agricultural losses. This work evaluated the coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) and cercospora leaf spot (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke (= *Mycosphaerella coffeicola* (Cooke) Stev. & Wellman)) intensity on coffee leaves (*Coffea arabica* L.) exposed to North or South. The disease intensity was evaluated at coffee leaves of cultivar Rubi, at average interval of 23 days, from April 2004 to June 2006. The experimental design was randomized blocks at the factorial scheme of 6 water depths x 2 plant sides and 3 replicates, being the plant sides related to North or South direction exposition. The area below the disease progress curve (AACPD) was evaluated and compared through analysis of variance. It was found that the exposition side presented significant differences related to rust occurrence and intensity on both agricultural years 2004/2005 and 2005/2006. Larger increase on rust occurrence was observed on leaves exposed to South compared to North direction. Larger occurrence of shading on plant side turned to South direction and longer leaf wetting periods on this side may have caused the rust progression. For cercospora leaf spot occurrence, significant influence was observed according to plant side only at agricultural year 2004/2005, with larger incidence on those leaves turned to North direction. Larger solar radiation incidence on this side may have been the cause for cercospora leaf spot progress on these leaves. Thus, in order to get more representative leaf samples for rust and cercospora investigation, this study suggests considering plant orientation in relation to sun's trajectory.

Index terms: Epidemiology, coffee rust, cercospora leaf spot, leaf wetting, solar shading.

¹ Parte da Dissertação de Mestrado apresentado pelo primeiro autor à Universidade Federal de Lavras/UFLA-Projeto financiado pelo CBP&D/CAFÉ – EMBRAPA (19.2002.317-05).

² Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia/Fitopatologia - Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - augustospu@yahoo.com.br

³ Professor, Dr, Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - eapozza@ufla.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo - Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - b1uflagro@yahoo.com.br

⁵ Professor, Dr, Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - pauleste@ufla.br

⁶ Professor, PhD, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - lalima@ufla.br

⁷ Engenheira Agrônoma, Dra, Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - lmlimas@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

O ambiente é um dos principais componentes responsáveis por influenciar a intensidade da doença (AGRIOS, 2004). O microclima, especificamente o período de molhamento foliar promovido pelo orvalho, neblina, chuva ou irrigação é um importante fator no progresso de doenças do cafeeiro (AVELINO et al., 2004; CHALFOUN et al., 2001; FERNANDES et al., 1991; GOMES et al., 2002; SALGADO et al., 2007).

O microclima da copa das culturas é influenciado por fatores relacionados à área foliar, sistema de plantio, estrutura ou arranjo das plantas no campo (CAMPANHA et al., 2004; MADEIRA et al., 2002; SALGADO et al., 2007; SENTELHAS et al., 2005). Esses autores relataram a interferência desses fatores na interceptação e no balanço da radiação, assim como na temperatura, umidade e regime de molhamento na copa da planta. Dessa forma, condições de manejo, como a direção de plantio do cafeeiro, expondo sua face à radiação solar, podem alterar a intensidade de doenças de parte aérea por modificar o período de molhamento e de sombreamento das folhas.

Com relação às principais doenças do cafeeiro responsáveis por prejuízos quantitativos com redução no rendimento, na produção e na qualidade do produto final, destacam-se a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) e a cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke (= *Mycosphaerella coffeicola* (Cooke) Stev. & Wellman)) (FERNANDES et al., 1991; LIMA, 2009; MENDONÇA et al., 2007; ZAMBOLIM et al., 1992). A perda atribuída a essas doenças em folhas do cafeeiro deve-se à desfolha prematura, que reduz a área fotossintética da planta, com consequente morte dos ramos plagiotrópicos (GREE, 1993; LÓPES-DUQUE; FERNÁNDEZ-BORRERO, 1969).

O período de molhamento foliar e a intensidade luminosa exercem influência determinante sobre esses patógenos. A presença de água no estado líquido na forma de molhamento foliar é fator indispensável para a germinação dos urediniosporos da *H. vastatrix* (WARD, 1882), que penetram nos estômatos da folha (MCCAIN; HENNEN, 1984). Sob condições ideais, essa germinação pode ocorrer em menos de 5 horas, em temperatura ótima de 22 °C (NUTMAN;

ROBERTS, 1963), sob condições de baixa luminosidade (RAYNER, 1961).

Quanto à *C. coffeicola*, a sua relação com a intensidade luminosa foi relatada por Echandi (1959). Espécies do gênero *Cercospora* produzem a toxina cercosporina, que é ativada na presença de alta intensidade luminosa (DAUB et al., 2005). Essa toxina resulta em necrose da célula vegetal (DAUB; EHRENSHAFT, 2000). Período de molhamento foliar de 6 a 12 horas resulta em máxima severidade da cercosporiose (FERNANDES et al., 1991) e as temperaturas ótimas para crescimento e germinação do fungo são de 24 e 30 °C, respectivamente (ECHANDI, 1959).

O maior período de molhamento pode ser determinado pelo menor tempo de exposição das folhas ao sol. Observa-se que para a latitude de Lavras (MG), ocorre menor exposição da radiação solar voltada ao hemisfério sul e maior ao hemisfério norte (VIANELLO; ALVES, 1991). Esse fato pode contribuir para o maior progresso da ferrugem do cafeeiro na face das plantas voltadas ao hemisfério sul e maior progresso da cercosporiose para a face das plantas voltadas ao hemisfério norte.

O conhecimento da ocorrência da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro, quanto à face de exposição das plantas, poderá auxiliar na elaboração de estratégias de manejo que visam a amostragem e a reduzir perdas no campo. Esse fato ocorre devido à escolha adequada da direção de plantio da lavoura, melhor representatividade adotada na amostragem quanto aos índices das doenças, além do melhor entendimento da curva epidemiológica das enfermidades. Isso refletirá no progresso e na competitividade da cultura no país, visando ao posicionamento no momento adequado e à diminuição da resistência de patógenos a defensivos agrícolas, com aumento da segurança ambiental e humana. Os estudos que relacionam os patossistemas mencionados com a face de exposição da planta à radiação solar são escassos, justificando, assim, a geração de pesquisas para o entendimento nessa área.

Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar a incidência e a severidade da ferrugem e a incidência da cercosporiose, em folhas de cafeeiro, quanto à face de exposição norte e sul das plantas, no período de dois anos agrícolas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na latitude 21°13'43" Sul, longitude 44°58'38" Oeste e altitude média de 918 m. O solo foi classificado como Latossolo Roxo eutroférico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999), possuindo o terreno 14% de declividade no sentido norte/sul. A composição textural do solo é do tipo muito argiloso, apresentando 22% de areia, 2% de silte e 76% de argila.

A cultivar de café utilizado foi a 'Rubi – MG 1192' (*Coffea arabica* L.), suscetível à ferrugem e à cercosporiose do cafeeiro, em área irrigada por aspersão tipo pivô central. O plantio da lavoura foi realizado em nível, no mês de março de 1999, no espaçamento de 3,5 m entre as linhas e 0,8 m entre as plantas. As irrigações, quando necessárias, foram realizadas em turnos de regas fixos às segundas,

quartas e sextas feiras. Para isso, fez-se diariamente o monitoramento da evaporação do tanque classe "A" (ECA), base para os cálculos das lâminas a serem aplicadas junto à Estação Climatológica Principal de Lavras (ECP), localizada no campus da UFLA, a uma distância de 380 m do local do experimento.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (6 lâminas de água 'L' x 2 faces da planta) e 3 repetições, cujos tratamentos corresponderam à face de exposição norte e sul das plantas. A área experimental circundada pelo pivô central foi dividida em segmentos de 20°, em formato esquema "fatias de pizza", que constituíram as parcelas (Figura 1). Cada parcela foi composta por oito plantas úteis.

Os dados climatológicos utilizados foram obtidos da estação climatológica principal de Lavras, localizada no campus da UFLA, a uma distância de 380 m do local do experimento, pertencente ao 5º Distrito em Meteorologia, em convênio com o Instituto Nacional

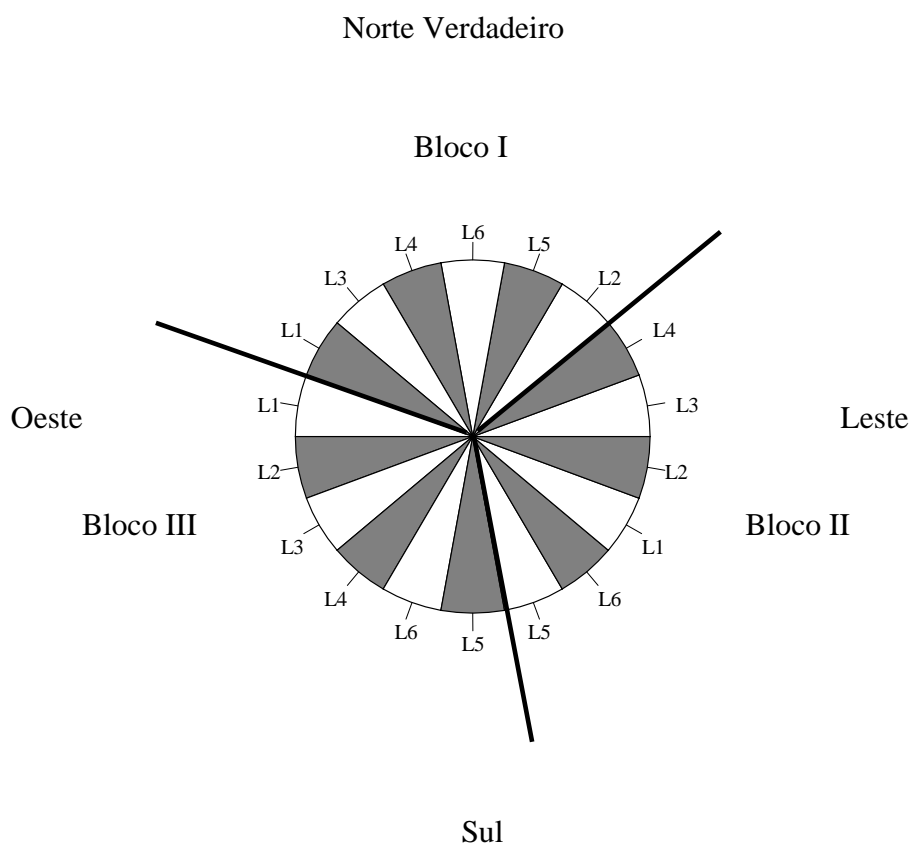


Figura 1 – Croqui do campo experimental com as orientações cardeais. UFLA, Lavras, MG, 2010.

de Meteorologia e a UFLA. O período de monitoramento e avaliação da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro foi de abril de 2004 a julho de 2006. Os dados obtidos das variáveis climáticas foram: temperatura máxima (T. máxima), temperatura média (T. média), temperatura mínima (T. mínima), umidade relativa do ar, precipitação e horas de insolação.

As avaliações da incidência e da severidade da ferrugem e da incidência da cercosporiose nas folhas do cafeeiro foram realizadas em intervalos médios de 23 dias, no período de 14 de abril de 2004 a 1º de junho de 2006, referentes às duas safras dos anos agrícolas de 2004/2005 e 2005/2006. Na avaliação, optou-se pelo método não destrutivo, feito na própria planta, avaliando-se aleatoriamente 8 folhas por planta, sendo 4 folhas oriundas de diferentes ramos plagiotrópicos da face norte e 4 folhas oriundas de diferentes ramos plagiotrópicos da face sul, totalizando 64 folhas amostradas por parcela. As folhas foram amostradas no terço médio da planta, entre o 3º e o 4º par de folhas dos ramos plagiotrópicos, conforme metodologia proposta por Lima (1979). Avaliou-se a incidência da ferrugem e da cercosporiose por quantificação da porcentagem do número de folhas, com presença de lesões em relação ao total. A severidade da ferrugem nas folhas com incidência foi estimada com a escala diagramática proposta por Kushalappa e Chaves (1980).

Com os resultados referentes aos índices médios de intensidade das 34 avaliações no período, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), segundo Shaner e Finney (1977). Em seguida, foram realizadas as análises de variância para AACPD para intensidade quanto à face de exposição da planta.

Os tratos culturais do campo experimental foram realizados de maneira convencional, sendo as adubações interpretadas de acordo com Santinato et al. (1996). Foram as seguintes as características químicas do solo, no ano agrícola 2004/2005: pH em água, 5,1; matéria orgânica, 3,7 dag kg⁻¹; P disponível (Mehlich-1), 3,7 mg dm⁻³; potássio, cálcio, magnésio, alumínio tocáveis de 01; 1,8; 0,8 e 0,2 cmol_c dm⁻³, respectivamente; H + Al, 4,5 cmol_c dm⁻³; CTC a pH 7,0 de 7,2 cmol_c dm⁻³ e saturação de base de 37,6%. Já no ano agrícola 2005/2006, as características químicas do solo foram: pH em água, 5,3; matéria orgânica, 3,4 dag kg⁻¹; P disponível (Mehlich-1), 4,6

mg dm⁻³; potássio, cálcio, magnésio, alumínio tocáveis de 0,3; 2,4; 1,6 e 0,0 cmol_c dm⁻³, respectivamente; H + Al, 4,5 cmol_c dm⁻³; CTC a pH 7,0 de 8,8 cmol_c dm⁻³ e saturação de base de 48,8%.

Nas parcelas em que foram avaliadas as doenças, não foram feitas aplicações de fungicidas, incluindo-se o cobre (Cu). O suprimento desse nutriente foi fornecido via solo, sempre que necessário. Os dados do experimento foram analisados utilizando-se o programa estatístico Sisvar[®] (FERREIRA, 2000) versão 4.0, aplicando os testes de F ($p \leq 0,05$), para a variável qualitativa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro quanto à face da planta, para os anos agrícolas de 2004/2005 e 2005/2006 (Figura 2). Houve maior progresso da ferrugem do cafeeiro na face de exposição das plantas voltadas ao sul.

Segundo Staver et al. (2001), a ferrugem é importante em lavouras estabelecidas em locais sombreados. Esse fato ocorre devido à ausência de luz aumentar o molhamento foliar, diminuindo o déficit pressão de vapor e evaporação da água, fatores essenciais à germinação e penetração dos urediniósporos da *H. vastatrix* (CARAMORI et al., 1996; JARAMILLO-ROBLEDO; GÓMEZ-GÓMEZ, 1989). O efeito inibitório direto da luz solar na germinação e crescimento do tubo germinativo de fungos fitopatogênicos também é relatado em outros patossistemas (BEYER et al., 2004; MUELLER; BUCK, 2003).

O resultado obtido, favorecido pelo caminhamento do sol na direção leste-oeste, localizado na área de ensaio do experimento, foi justificável pela menor exposição à luz solar. Assim sendo, para a latitude em que foi realizado o experimento, ocorre menor exposição da radiação solar voltada ao hemisfério sul (VIANELLO; ALVES, 1991). Como consequência do maior tempo de sombreamento na face sul das plantas, houve incremento no período de molhamento foliar favorável e aumento de infecção da *H. vastatrix*. O aumento do período de molhamento foliar concorrendo na infecção da planta hospedeira por outros patógenos, também tem sido constantemente relatado na

literatura (GILLESPIE; KIDD, 1978; GUYOT et al., 2005; KELLY, 2002; MOON et al., 2000).

Santos et al. (2008) avaliaram a variabilidade espacial da duração do molhamento foliar na cultura do cafeeiro no terço inferior, médio e topo do dossel da planta. Os autores observaram maior período de molhamento das folhas nas partes mais baixas da planta, além de uma rápida seca na face noroeste do terço médio quando comparado à face sudoeste, devido à maior exposição à radiação solar. Dessa forma, a ocorrência de temperaturas amenas na face

sombreada, provavelmente, contribuiu no incremento do período de molhamento foliar (CARAMORI et al., 1996; JARAMILLO-ROBLEDO; GÓMEZ-GÓMEZ, 1989), favorecendo a doença no presente experimento.

O progresso da ferrugem em diferentes sistemas de cultivo agroflorestais e a pleno sol, em Lavras (MG), foi avaliado por Salgado et al. (2007). Os autores observaram maiores índices da doença no consórcio cafeeiro x ingazeiro (6942,85) quando comparado aos tratamentos consórcio cafeeiro x grevêlea (5522,14) e cafeeiro a pleno sol (5335,71), que não diferiram

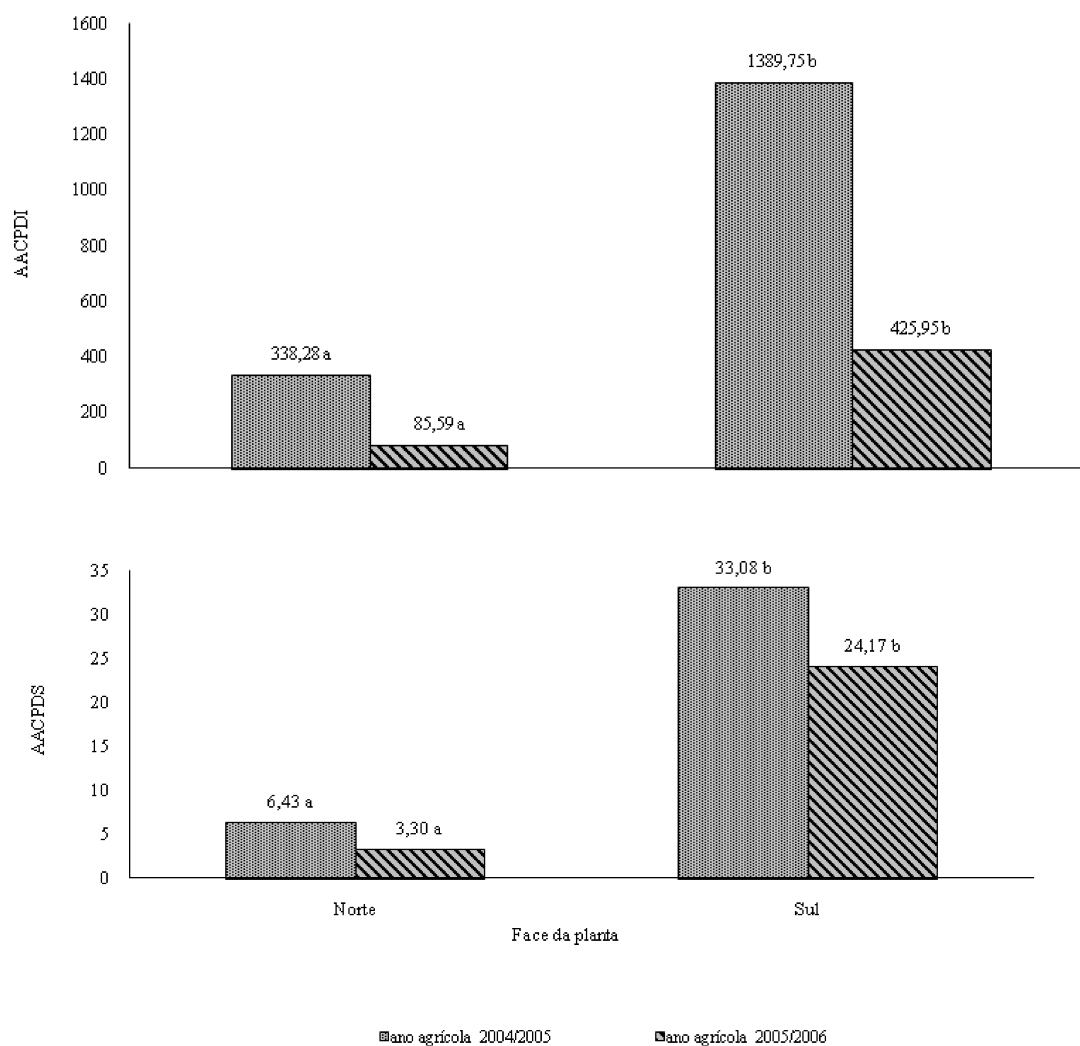


Figura 2 – Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPD) e severidade (AACPDS) da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), sobre a face da planta, período de agosto de 2004 a junho de 2005 e de agosto de 2005 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2010.

estatisticamente. Segundo esses autores, no consórcio cafeeiro x ingazeiro, ocorreu maior período de molhamento foliar, resultado da diminuição da luz solar direta, favorecendo o processo doença.

Resultados semelhantes aos obtidos no presente experimento foram observados por alguns autores, como Ortolani et al. (1974), que relatam a incidência da ferrugem ser favorecida na face de exposição das plantas que recebe menor exposição da radiação solar. Segundo esses autores, nessa face ocorre o prolongamento do molhamento foliar. Ribeiro et al. (1978) citam que, normalmente, ocorrem nos meses de verão temperaturas de 40 °C, na face das folhas expostas à luz solar direta, sendo o ciclo epidemiológico da ferrugem retardado nessas condições. Santos (2002) também observou diferença visível na incidência da doença nas duas faces do cafeeiro. Segundo a autora, folhas localizadas na face oposta à exposição direta do sol pela manhã encontravam-se úmidas e sombreadas por maior período de tempo, havendo, assim, condições favoráveis à infecção e manutenção do inóculo da *H. vastatrix*. Observa-se, portanto, que a presença de água no estado líquido na forma de molhamento foliar é fator indispensável para a germinação do patógeno (WARD, 1882), desencadeando subsequentemente o processo de infecção.

A curva de progresso da incidência e da severidade da ferrugem do cafeeiro variou entre os dois anos de avaliação e em relação às faces norte e sul da planta. Houve comportamento heterogêneo da intensidade da doença entre as faces norte e sul, com maior intensidade durante todo o período avaliado na face de exposição sul das plantas, quando comparado à face norte (Figuras 3 e 4). Houve, também, no primeiro ano avaliado, de 18/04/2004 (1ª avaliação) a 19/04/2005 (18ª avaliação), índices mais elevados da doença, em relação ao segundo ano, de 19/04/2005 a 1/06/2006 (34ª avaliação). Foi registrada uma maior intensidade da ferrugem entre julho a agosto. Podem-se observar, nos gráficos de incidência e severidade média, que os valores no primeiro ano foram, respectivamente, inferiores a 15% e a 0,3%. Já no segundo ano, a incidência e a severidade média foram inferiores a 5% e a 0,2% (Figuras 3 e 4).

Concomitantemente ao período de máxima incidência da doença, houve ocorrência média da temperatura máxima de 24 °C (Figura 5). Segundo Silva-

Acunã et al. (1998), temperaturas entre 21 e 25 °C proporcionam maior progresso da ferrugem. Observa-se nas Figuras 3 e 4 que os valores da incidência e severidade média, de ambas as faces no primeiro ano, foram inferiores a 15 e a 0,3% respectivamente. Já no segundo ano, a incidência e a severidade média foram inferiores a 5 e a 0,2%, respectivamente.

Na face sul das plantas, no primeiro ano, os níveis de incidência da doença foram superiores a 10% desde o início das avaliações até o dia 14/9/2004 e, superior a 5% até o dia 01/10/2004.

Somente 93 dias após a primeira avaliação, a incidência da doença atingiu o nível de 5% na face norte para a cultura. Pode-se observar, portanto, que a doença atingiu índices acima de 5% por 34 dias consecutivos na face norte de exposição das plantas à radiação solar, enquanto na face sul foi por 166 dias. Nota-se, portanto, a influência da face de exposição da planta, na curva epidemiológica da ferrugem do cafeeiro. A doença permaneceu em metade de toda cultura, correspondente à face de exposição sul, um período de tempo aproximadamente cinco vezes superior à face norte de exposição da lavoura, com índices superiores a 5% de incidência (Figuras 3 e 4).

Posteriormente, a partir do dia 30/3/2005 (17ª avaliação), houve registro da intensidade da ferrugem na face sul com incidência próxima a 2%, atingindo índices superiores a 5% na avaliação seguinte (19/04/2005). A partir do dia 30/3/2005 (17ª avaliação), houve registro da intensidade da ferrugem na face sul com incidência próxima a 2%, atingindo índices superiores a 5% na avaliação seguinte (19/04/2005). Com relação à incidência na face norte da planta, nesse mesmo período, somente na data 15/5/2005, 26 dias após a ocorrência de níveis superiores a 5% na face sul, houve um ligeiro progresso da doença, sendo observado índice inferior a 3% (Figuras 3 e 4). Esses índices de ferrugem registrados no dia 19/4/2005 devem-se à ocorrência de temperaturas médias de 23 °C e baixa precipitação (Figura 5), favoráveis à reprodução do patógeno (LEGUIZAMÓN, 1983). Também provavelmente esses índices da doença podem ter ocorrido devido ao desequilíbrio nutricional das plantas com o enchimento dos grãos de café, provocado pela carga pendente da lavoura, próximo à época de colheita dos frutos, como já observado por outros pesquisadores (CARVALHO et al., 2001; COSTA et al., 2006; ZAMBOLIM et al., 1992).

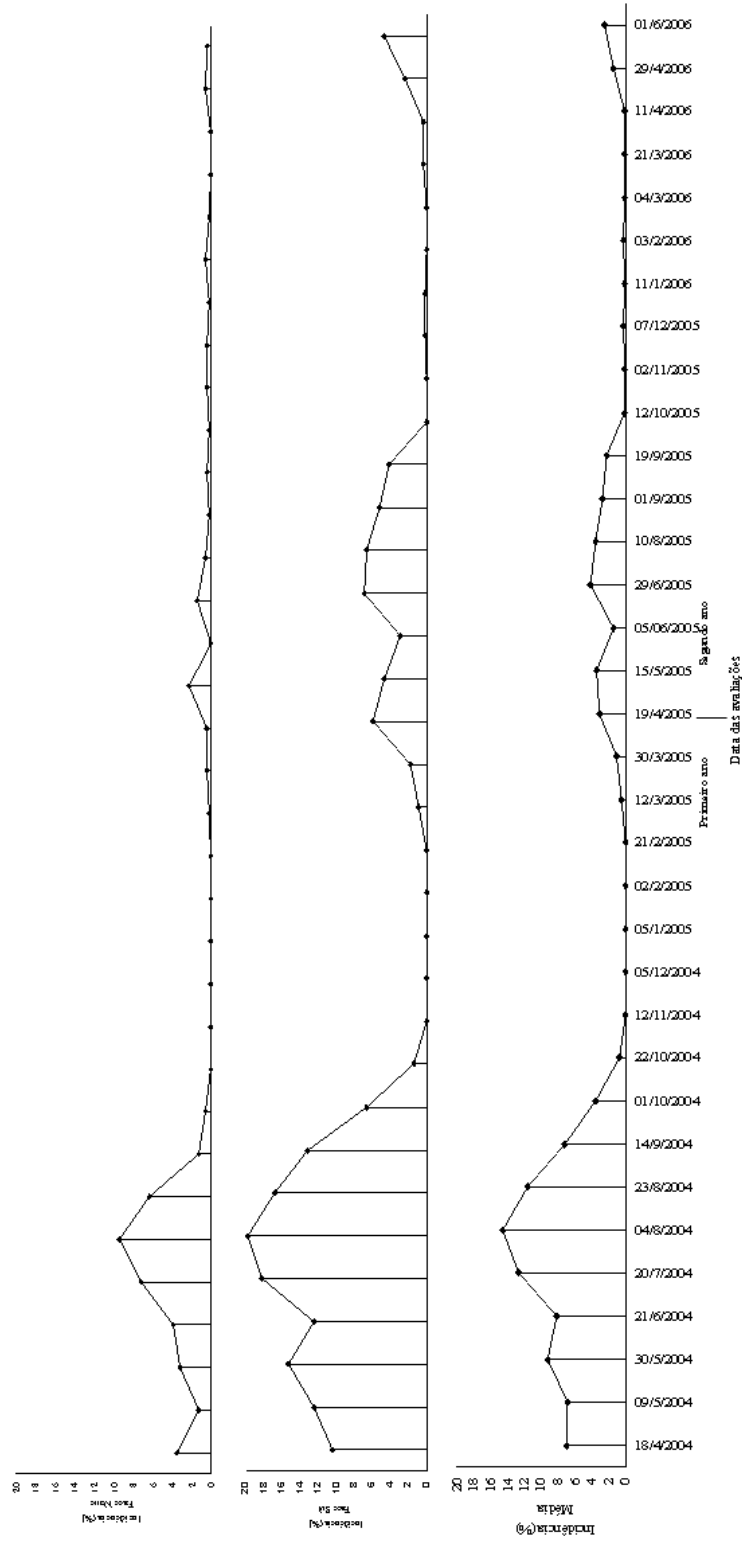


Figura 3 – Curva epidemiológica do progresso da incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), quanto à face de exposição das plantas (norte e sul) à radiação solar e à média de ambas as faces, no período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2010.

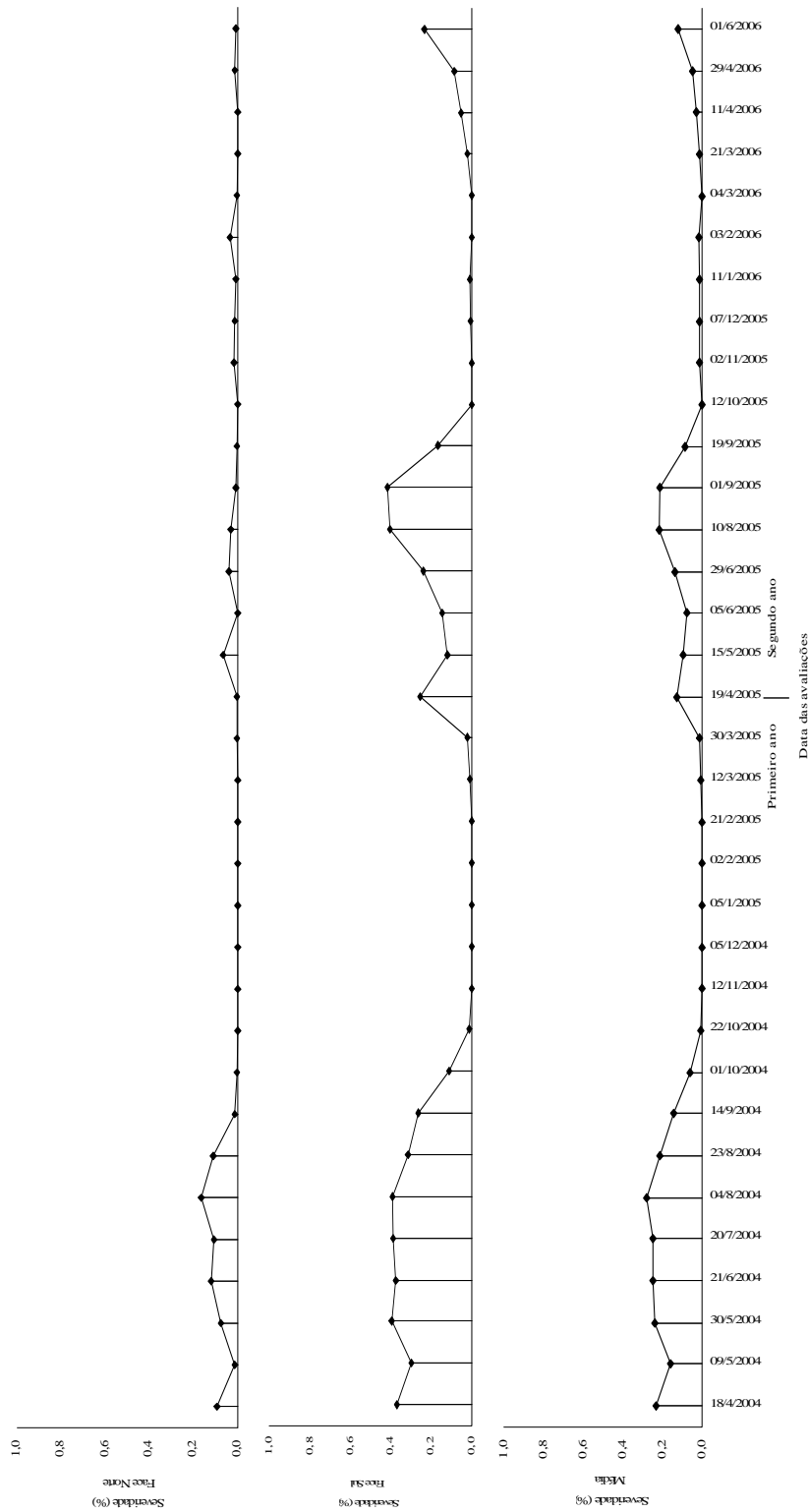


Figura 4 – Curva epidemiológica do progresso da severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), quanto à face de exposição das plantas (norte e sul) à radiação solar e à média de ambas as faces, no período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2010.

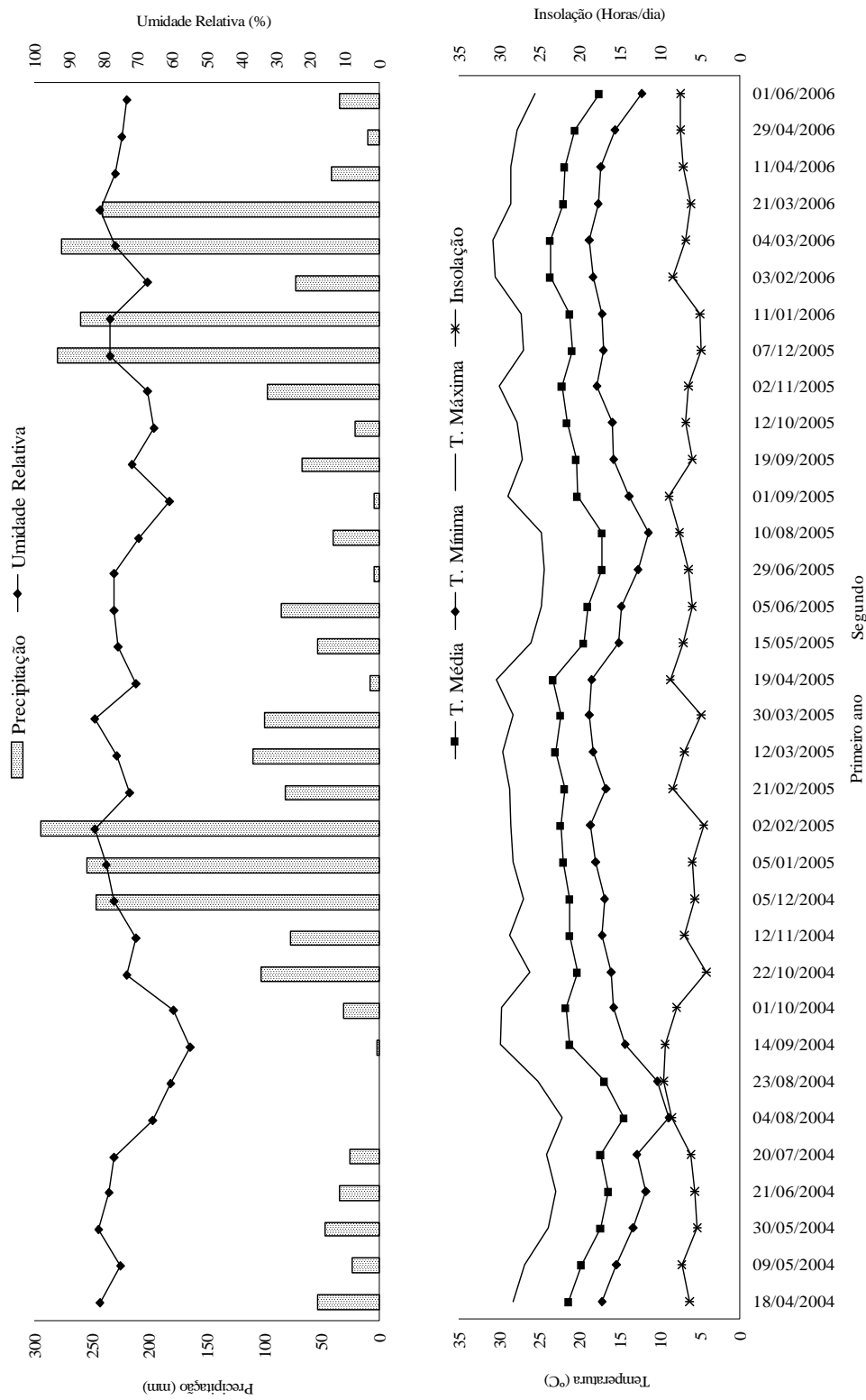


Figura 5 – Variáveis climatológicas entre avaliações, no período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2010.

No segundo ano avaliado, observou-se que a incidência da ferrugem na face sul manteve-se sempre abaixo de 7%, enquanto na face norte no mesmo período, a incidência foi inferior a 3%. Já a severidade na face sul ocorreu em níveis sempre abaixo de 0,4%, enquanto na face norte foi sempre inferior a 0,1% (Figura 3 e 4).

A partir do dia 12/10/2005 até a 32ª avaliação (11/4/2005), foram registrados baixos níveis de incidência da ferrugem em campo, inferiores a 0,5%. De acordo com os gráficos climatológicos (Figura 5), no mesmo período houve registro de grandes precipitações com média de 161 mm, o que pode ter desfavorecido a ocorrência da doença em campo, como no primeiro ano. Em seguida, houve tendência de aumento da incidência da ferrugem, nitidamente observado na face sul, à medida que as avaliações aproximavam-se da época da colheita, sendo também registrada baixa precipitação com média de 22 mm (Figura 5).

Com relação à cercosporiose em folhas do cafeeiro, observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) na área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) quanto à face da planta, apenas para o ano agrícola

de 2004/2005. Ocorreu maior progresso da doença (4136,54) na face norte de exposição das plantas quando comparada à face sul (3547,17), para o ano agrícola de 2004/2005 (Figura 6).

Segundo Lopes-Duque e Fernandez-Borrero (1969), a cercosporiose do cafeeiro é importante em lavouras estabelecidas sob excessiva insolação. Esse resultado, favorecido pelo caminhar do sol na direção leste-oeste, localizado na área de ensaio do experimento, foi justificável pela maior exposição de luz solar. Como consequência dessa maior exposição da luz solar para a face das plantas, voltadas ao norte (VIANELLO; ALVES, 1991), ocorreu ativação da toxina cercosporina (DAUB et al., 2005), produzida pela *C. coffeicola*, desencadeando o processo doença.

No estudo do progresso da cercosporiose em folhas em diferentes sistemas de cultivo agroflorestais e a pleno sol, Salgado et al. (2007) observaram maior incidência da doença no cafeeiro a pleno sol (3160,14) quando comparado aos tratamentos consórcio cafeeiro x grevilea (2223,0) e consórcio cafeeiro x ingazeiro (800,42). Segundo esses autores, a radiação solar direta pode ter favorecido a maior incidência

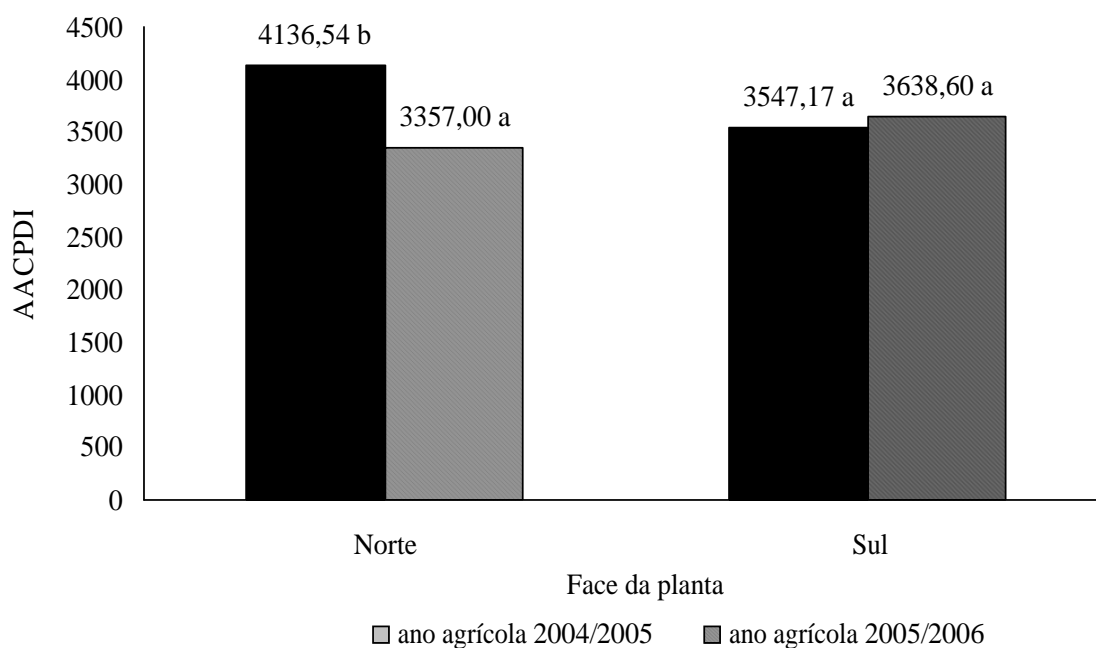


Figura 6 – Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke (= *Mycosphaerella coffeicola* (Cooke) Stev. & Wellman)), em folhas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.), sobre a face da planta, período de agosto de 2004 a junho de 2005. UFLA, Lavras, MG, 2010.

da cercosporiose nos cafeeiros a pleno sol. De forma semelhante, observa-se no presente estudo, a influência determinante do fator ambiental radiação solar na incidência da cercosporiose em folhas do cafeeiro.

Observa-se na Figura 7 que houve comportamento heterogêneo da incidência da enfermidade entre a face norte e sul, com maior incidência da doença no primeiro ano na face de exposição norte das plantas, quando comparado à face sul. Foi registrada a ocorrência de dois picos de incidência da cercosporiose, um no mês de março e outro em junho, com maior incidência entre os meses de maio e julho. Observou-se, também, que os valores de incidência média de ambas as faces de exposição no primeiro ano foram inferiores a 19%, sendo no segundo ano inferiores a 26% (Figura 7).

Houve maior progresso da doença na face norte da planta quando comparada à face sul. No início das avaliações e até a 4ª avaliação (21/06/2004) ocorreram índices cada vez mais elevados da doença na face norte, sendo registrado o máximo de 30% de incidência da doença. Já na face sul da planta, no mesmo período, ocorreu exatamente o oposto, apresentando índices cada vez menos elevados, registrando-se a incidência de 7,3%. Em seguida, ocorreu gradativa diminuição da incidência da doença, em ambas as faces, sendo que, a partir do dia 22/10/2004 até o dia 05/01/2005, os índices ficaram abaixo de 2% até não haver ocorrência da doença (Figura 7). Concomitantemente, ocorreu nesse período um aumento das temperaturas média (21 °C) e mínima (17 °C), observando-se também que a umidade relativa do ar teve média de 75% (Figura 5).

Observa-se pela Figura 7, que no primeiro ano na face norte das plantas, os níveis de incidência da doença foram superiores a 10% , desde o início das avaliações até o dia 23/8/2004 e superior a 5% até o dia 01/10/2004. Entretanto, somente até o dia 30/5/2004 (3ª avaliação) a incidência da cercosporiose, na face sul das plantas, apresentou níveis superiores a 10% e a 5% até a avaliação seguinte (01/10/2004). Em seguida, no dia 02/02/2005, ocorreu grande aumento na taxa de progresso da cercosporiose, alcançando incidência média de 18%.

Esses índices elevados da doença devem-se à ocorrência de temperaturas médias de 22°C e, principalmente, ao aumento da umidade relativa do ar para 82%, resultante de maiores precipitações (Figura 5).

No segundo ano da análise temporal (19/04/2005 a 01/06/2006), foi registrada novamente a ocorrência de dois picos de incidência da doença, sendo um em março e outro em junho, com maior incidência da cercosporiose entre os meses de maio e julho. No decorrer do segundo ano, não houve uma face da planta com maior incidência da doença, diferentemente do ocorrido no primeiro ano, entretanto, até o dia 1º/09/2005, pelo gráfico de média, a incidência foi superior a 14%. Na avaliação do dia 07/12/2005, ocorreu aumento expressivo da incidência da cercosporiose, entretanto, foi na avaliação do dia 11/01/2006 que se observaram as maiores incidências (Figura 7).

Com base nos resultados discutidos, pode-se observar que a face de exposição norte e sul das plantas afetaram de forma expressiva o progresso das doenças na lavoura. Houve alteração do patossistema, resultante da modificação do microclima da parte aérea das plantas. A face das plantas voltadas ao sul, por possuírem menor exposição de luz solar e maior tempo de sombreamento, resultou em maior período de molhamento foliar. Isso favoreceu a incidência e a severidade da ferrugem do cafeeiro, pela maior germinação de urediniosporos de *H. vastatrix*. Já na face das plantas voltadas ao norte, por possuir em maior exposição de luz solar e assim menor sombreamento, houve a incidência da cercosporiose nas folhas do cafeeiro, cujo agente etiológico *C. coffeicola* produz a toxina cercosporina ativada pelo sol.

Assim, sugere-se na amostragem da intensidade da ferrugem e da cercosporiose em folhas de cafeeiro considerar, sempre que possível, a face de exposição das plantas mais favorável ao progresso das doenças. Pretende-se dessa forma obter melhor representatividade, diminuindo o erro amostral, pela reprodução indireta das mesmas características da população amostrada (MOOD et al., 1974).

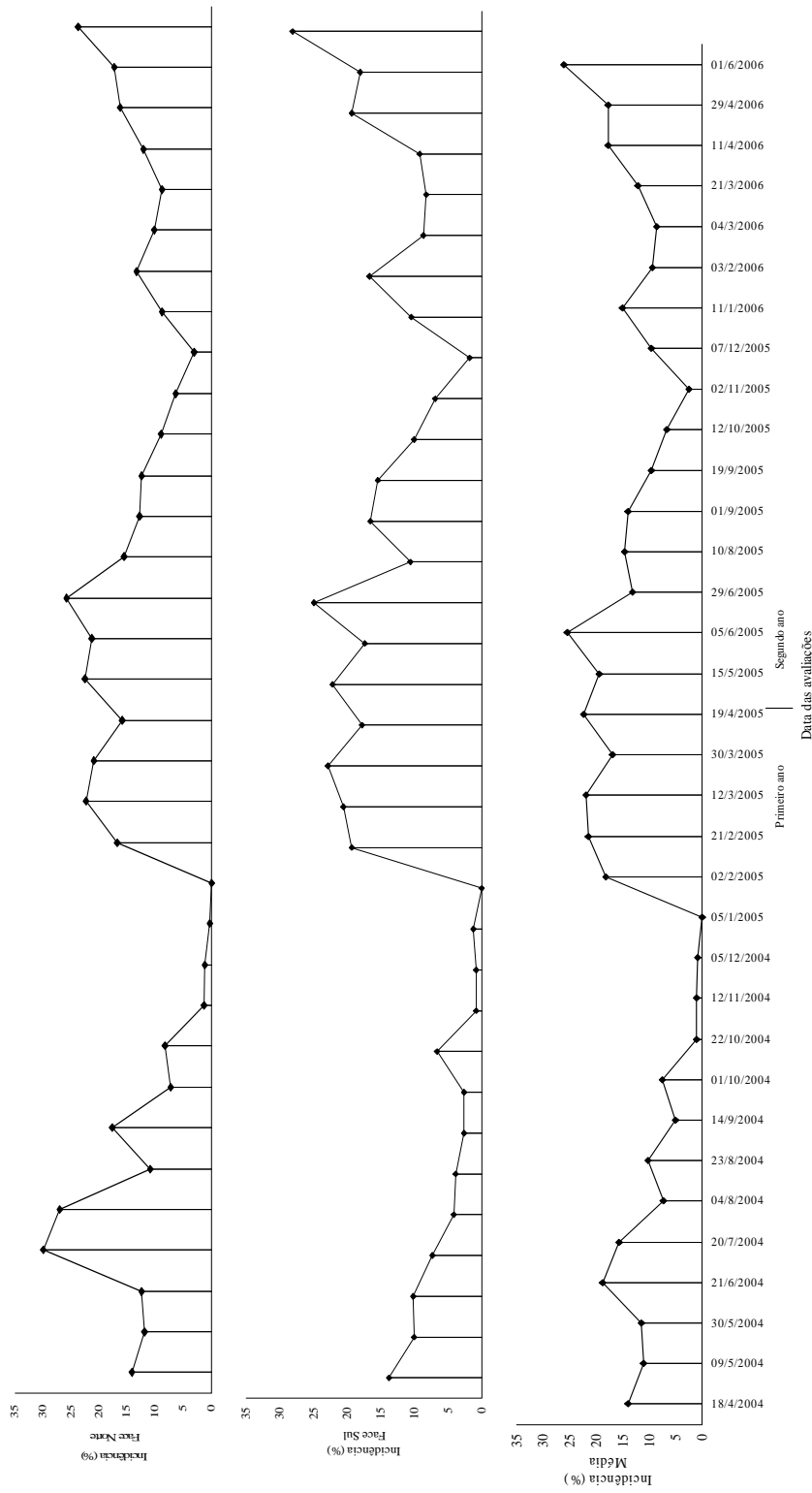


Figura 7 – Curva epidemiológica do progresso da incidência da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke (= *Mycosphaerella coffeicola* (Cooke) Stev. & Wellman)) do café (Coffea arabica L.), quanto à face de exposição das plantas (norte e sul) à radiação solar e à média de ambas as faces, no período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2010.

4 CONCLUSÕES

A incidência e a severidade da ferrugem e a incidência da cercosporiose em folhas de cafeeiro foram influenciadas quanto à face de exposição norte e sul das plantas.

Houve maior incidência e severidade da ferrugem na face das plantas voltadas ao sul, nos dois anos avaliados e maior incidência da cercosporiose na face das plantas voltadas ao norte (ano agrícola 2004/2005).

Uma amostragem representativa da ferrugem e da cercosporiose, em folhas de cafeeiro, deve considerar a face das plantas expostas à radiação solar.

5 AGRADECIMENTOS

Ao professor Adjunto do Departamento de Engenharia da UFLA, Dr. Luis Artur Alvarenga Vilela (*in memoriam*), pelo apoio na condução inicial do experimento, e ao Conselho Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), juntamente com o Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café (CBP & D - Café), pelo apoio financeiro.

6 REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. London: Academic, 2004. 922 p.

AVELINO, J. et al. Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. **Plant Pathology**, v. 53, p. 541-547, 2004.

BEYER, M. et al. Germination and survival of *Fusarium graminearum* macroconidia as affected by environmental factors. **Journal of Phytopathology**, v. 152, p. 92-97, 2004.

CAMPANHA, M. M. et al. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 63, p. 75-82, 2004.

CARAMORI, P. H. et al. Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth. for frost protection in southern Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 33, p. 205-214, 1996.

CARVALHO, V. L. et al. Influência de diferentes níveis de produção sobre a evolução da ferrugem do cafeeiro e sobre teores foliares de compostos fenólicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, p. 49-54, 2001.

CHALFOUN, S. M. et al. Efeito de alterações climáticas sobre o progresso da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 5, p. 1248-1252, 2001. Suplemento.

COSTA, M. J. N. et al. Efeito de níveis de desbaste de frutos do cafeeiro na incidência da ferrugem, no teor de nutrientes, carboidratos e açúcares redutores. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 564-571, 2006.

DAUB, M. E.; EHRENSHAFT, M. The photoactivated *Cercospora* toxin cercosporin: Contributions to plant disease and fundamental biology. **Annual Review of Phytopathology**, v. 38, p. 461-490, 2000.

DAUB, M. E. et al. Photoactivated perylenequinone toxins in fungal pathogenesis of plants. **FEMS Microbiology Letters**, London, v. 252, n. 1, p. 197-206, 2005.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412 p.

FERNANDES, C. D. et al. Influência da concentração de inóculo de *Cercospora coffeicola* e do período de molhamento foliar na intensidade da cercosporiose do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 39-43, 1991.

FERREIRA, D. S. Análise estatística por meio do programa SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GILLESPIE, T. J.; KIDD, G. E. Sensing duration of leaf moisture retention using electrical impedance grids. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 58, p. 179-187, 1978.

GOMES, N. M. et al. Evolução da ferrugem (*H. vastatrix* Berk. & Br.) do cafeeiro (*C. arabica* L.) sob diferentes regimes de irrigação por pivô central. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Resumos...** Caxambu, 2002. p. 222-224.
- GREE, G. Epidemiology of coffee leaf rust in the Eastern Highlands. **Newsletter - Coffee Research Institute**, v. 2, p. 16-20, 1993.
- GUYOT, J. et al. Some epidemiological investigations on Colletotrichum leaf disease on rubber tree. **Crop Protection**, Oxford, v. 24, n. 1, p. 65-77, 2005.
- JARAMILLO-ROBLEDO, A.; GÓMEZ-GÓMEZ, L. Microclima en plantaciones a libre exposición solar y bajo sombrión. **Cenicafé**, Turrialba, v. 15, p. 65-79, 1989.
- KELLY, D. L. The regeneration of *Quercus petraea* (sessile oak) in southwest Ireland: a 25-year experimental study. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 166, p. 207-226, 2002.
- KUCHALAPPA, A. C.; CHAVES, G. M. An analysis of the development of coffee rust in the field. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 95-113, 1980.
- LEGUIZAMÓN, J. **Contribution à la connaissance de la résistance incomplète du caféier à *Hemileia vastatrix* Berk. et Br.** 1983. Thesis (Ph.D.) – Montpellier, 1983.
- LIMA, L. M. **Variabilidade espacial da mancha de phoma relacionado à nutrição do cafeeiro e incidência da cercosporiose na qualidade do café.** 2009. 102 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- LIMA, P. C. **Método de amostragem para a avaliação do índice de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*, Berk. e Br.).** 1979. 65 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1979.
- LÓPEZ-DUQUE, S.; FERNÁNDEZ-BORRERO, O. Epidemiologia de la mancha de hierro del café (Cercospora coffeicola Berk. & Cook.). **Cenicafé**, Caldas, p. 3-19, 1969.
- MADEIRA, A. C. et al. A simple cloud-based energy balance model to estimate dew. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 111, p. 55-63, 2002.
- MCCAIN, J. W.; HENNEN, F. Development of uredinial thallus and sorus in the orange coffee rust fungus *Hemileia vastatrix*. **Phytopathology**, v. 74, p. 714-721, 1984.
- MENDONÇA, L. M. V. L. et al. Composição química de grãos crus de cultivares de Coffea arabica L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 413-419, 2007.
- MOOD, A. M. et al. **Introduction to the theory of statistics.** 3. ed. Singapore: McGraw-Hill International, 1974. 480 p.
- MOON, D. C. et al. The effects of abiotically induced changes in host plant quality (and morphology) on a salt marsh planthopper and its parasitoid. **Ecological Entomology**, v. 25, p. 325-331, 2000.
- MUELLER, D. S.; BUCK, J. W. Effects of light, temperature, and leaf wetness duration on daylily rust. **Plant Disease**, Madison, v. 87, p. 442-445, 2003.
- NUTMAN, F. J.; ROBERTS, F. M. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, p. 27-48, 1963.
- ORTOLANI, A. A. et al. Níveis de infecção da ferrugem do cafeeiro nas exposições norte e sul das plantas observadas em duas comunidades de Coffea arábica L. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2., 1974, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas, 1974. p. 132-134.
- RAYNER, R. W. Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* B. & Br.). **Annals of Applied Biology**, v. 49, p. 497-505, 1961.
- RIBEIRO, I. J. A. et al. Efeito de alta temperatura no desenvolvimento de HEMILEIA VASTATRIX em cafeeiro suscetível. **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 11-16, 1978.
- SALGADO, B. G. et al. Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro consorciado com grevilea, com ingazeiro e a pleno sol em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 1067-1074, 2007.
- SANTINATO, R. et al. **Irrigação na cultura do café.** Campinas: Arbore, 1996. 146 p.

- SANTOS, E. A. et al. Spatial variability of leaf wetness duration in cotton, coffee and babana crop canopies. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, p. 18–25, 2008.
- SANTOS, F. S. **Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado**. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- SENTELHAS, P. C. et al. Spatial variability of leaf wetness duration in different crop canopies. **International Journal of Biometeorology**, v. 49, p. 363-370, 2005.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewingresistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Joseph, v. 67, p. 1051-1056, 1977.
- SILVA-ACUÑA, R. et al. Estudo epidemiológico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) utilizando a análise de trilha. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 425-430, 1998.
- STAVÉR, C. et al. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. **Agroforestry Systems**, v. 53, p. 151–170, 2001.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 449 p.
- WARD, H. M. Research on the life history of *Hemileia vastatrix*, the fungus of the coffee leaf disease. **Journal of the Linnean Society - Botany**, London, v. 12, p. 299-335, 1882.
- ZAMBOLIM, L. et al. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 32-35, 1992.