

**EPIDEMIOLOGIA DA FERRUGEM E DA
CERCOSPORIOSE EM CAFEIRO
IRRIGADO SOB PIVÔ CENTRAL**

ADRIANO AUGUSTO DE PAIVA CUSTÓDIO

2008

ADRIANO AUGUSTO DE PAIVA CUSTÓDIO

**EPIDEMIOLOGIA DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE EM
CAFEIEIRO IRRIGADO SOB PIVÔ CENTRAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Edson Ampélio Pozza

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

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

Custódio, Adriano Augusto de Paiva

Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado sob pivô central / Adriano Augusto de Paiva Custódio. – Lavras : UFLA, 2008.

71 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Edson Ampélio Pozza.

Bibliografia.

1. Curva de progresso. 2. Ferrugem. 3. Cercosporiose. 4. Café irrigado. 5. Pivô central. 6. Face da planta. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7394

ADRIANO AUGUSTO DE PAIVA CUSTÓDIO

**EPIDEMIOLOGIA DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE EM
CAFEIEIRO IRRIGADO SOB PIVÔ CENTRAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 06 de Março de 2008.

Prof. Dr. Paulo Estevão de Souza DFP/UFLA

Prof. Ph.D. Luiz Antônio Lima DEG/UFLA

Prof. Dr. Edson Ampélio Pozza
Departamento de Fitopatologia / UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A todos os cafeicultores,
que acreditam e vivenciam o dia-a-dia do cultivo do café.

DEDICO.

A meus pais Ana de Paiva Custódio e José Bárbara Custódio,
meus exemplos de vida,
que sempre acreditaram em meus sonhos.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo presente da vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), através do Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação na qual muito me orgulho.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP &D-Café) por fomentar a execução desse experimento e ao programa de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Edson Ampélio Pozza pela orientação e por de fato ter acreditado e muito incentivado na realização desse trabalho.

Aos membros da banca examinadora: Paulo Estevão de Souza e Luiz Antônio Lima, pela participação e sugestões em busca da melhoria dessa dissertação.

A todos os professores do Departamento de Fitopatologia (DFP), por contribuírem com a formação profissional de nós - estudantes, facilitando-nos a aprendizagem e mediando-nos o conhecimento.

A todos os colegas da turma de mestrado e doutorado do programa de pós-graduação em Agronomia/Fitopatologia da UFLA e aos demais programas.

A todos os funcionários e colegas do Departamento de Fitopatologia, pelos ensinamentos e auxílio inegáveis.

Ao Departamento de Engenharia (DEG), por disponibilizar a área experimental do pivô central para o desenvolvimento desse trabalho científico e ao setor de Agrometeorologia, por disponibilizar os dados climatológicos.

Aos amigos Natalino e Anselmo, por terem tido a visão de realização desse trabalho e ao professor Luis Artur Alvarenga Vilela (*in memoriam*), por ter apoiado essa pesquisa, onde tudo começou.

Aos Fitopatologistas Frederico, Jadir e em especial a Luciana, pela valiosa contribuição na realização desse trabalho.

A todos os amigos de Lavras e aos amigos da República Fais Feio, pelos momentos de descontração.

A meu grande irmão Anselmo, pela sua disposição, iniciativa e criatividade inestimáveis, sem a qual certamente esse trabalho jamais teria se concretizado.

A Camila, pelos momentos felizes e também a toda sua família, pelo acolhimento, hospitalidade e convívio.

A meus irmãos Ana Paula, Alexandre, Anselmo e Antônio (*in memoriam*). Aos meus cunhados Ângelo e Melyssa e a minha sobrinha Ana Clara; por estarem sempre ao meu lado quando obstáculos surgiram em meu caminho.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta, contribuíram para realização desse trabalho.

Obrigado!

BIOGRAFIA

Adriano Augusto de Paiva Custódio (Gêmeo 3º), filho de José Bárbara Custódio e de Ana de Paiva Custódio nasceu em São Pedro da União, no Estado de Minas Gerais, em 01 de Agosto de 1982.

Concluiu o ensino primário na Escola Estadual Cel. João Ferreira Barbosa em dezembro de 1997, na cidade de São Pedro da União – MG. Em 1998 ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho – MG, concluindo o ensino médio e tecnológico, onde obteve o Título de Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária, em dezembro de 2000.

Em 2002, ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Lavras – MG, onde obteve o Título de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2007. Foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) de 2003 a 2006. Desenvolveu trabalhos no Setor de Engenharia de Água e Solo sob orientação do professor Dr. Antônio Marciano da Silva e Co-orientação do pesquisador Dr. Gilberto Coelho.

Em março de 2007 ingressou no curso de Mestrado em Fitopatologia na Universidade Federal de Lavras, tendo como linha de pesquisa Epidemiologia e manejo de doenças de plantas, sob orientação do professor Dr. Edson Ampélio Pozza. Foi bolsista do programa de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES).

Em março de 2008 concluiu o curso de Mestrado, com a defesa da dissertação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Necessidades hídricas e irrigação.....	3
2.2 Epidemiologia da ferrugem do cafeeiro.....	5
2.3 Ferrugem em cafeeiro irrigado.....	8
2.4 Epidemiologia da cercosporiose do cafeeiro	11
2.5 Cercosporiose em cafeeiro irrigado	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Características do campo experimental	16
3.2 A cultura	17
3.3 Sistema e manejo da irrigação	17
3.4 Delineamento do campo experimental.....	18
3.5 Dados climatológicos utilizados	20
3.6 Avaliação das doenças	20
3.7 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).....	21
3.8 Tratos culturais	22
3.9 Avaliação da produtividade do cafeeiro irrigado.....	22
3.10 Análise estatística	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Ferrugem do cafeeiro	24
4.1.1 Curva de progresso para incidência da doença	24
4.1.2 Curva de progresso para severidade da doença	29
4.2 Safra 2004/2005.....	34
4.2.1 AACPD para incidência.....	34
4.2.2 AACPD para severidade.....	38
4.3 Safra 2005/2006.....	40
4.3.1 AACPD para incidência.....	40
4.3.2 AACPD para severidade.....	42
4.4 Cercosporiose do cafeeiro.....	43
4.4.1 Curva de progresso para incidência da doença	43
4.5 Safra 2004/2005	48
4.5.1 AACPD para incidência.....	48
4.6 Safra 2005/2006.....	51
4.6.1 AACPD para incidência.....	51
4.7 Produtividade.....	53
5 CONCLUSÕES	55
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS	63

RESUMO

CUSTÓDIO, Adriano Augusto de Paiva. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado sob pivô central**. 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.¹

O método de irrigação pode influenciar o progresso de doenças por modificar o microclima da parte aérea das plantas, favorecendo a intensidade de doenças foliares. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a incidência e a severidade da ferrugem e a incidência da cercosporiose em folhas de cafeeiro, em lavoura irrigada por aspersão tipo pivô central, sob diferentes lâminas de água. O estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, em cafeeiro adulto cultivar Rubi (MG 1192) suscetível à ferrugem e à cercosporiose, plantado em março de 1999, com espaçamento de 3,5 x 0,8 m. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições e seis tipos de lâminas de água nas parcelas, que corresponderam aos tratamentos (60%, 80%, 100%, 120% e 140% da evaporação do tanque Classe “A” – ECA), além do tratamento não irrigado (testemunha). Fez-se a avaliação da ferrugem e da cercosporiose em folhas do cafeeiro, observando-se os sintomas pertinentes às doenças, em intervalos médios de 23 dias, no período de abril de 2004 a junho de 2006. A parcela foi composta por 8 plantas úteis, avaliando-se 8 folhas por planta, sendo 4 da face norte e 4 da face sul, tomadas aleatoriamente no terço médio entre o terceiro e o quarto par de folhas de ramos plagiotrópicos. Fez-se o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a qual foi submetida à análise de variância, fazendo-se, quando significativo ($P < 0,05$), análise de regressão. Na safra 2004/2005, ocorreu interação significativa entre lâminas de irrigação e a face da planta para incidência da AACPD da ferrugem. Verificou-se, para incidência e severidade da ferrugem, influência significativa de lâminas de irrigação para safra 2004/2005 e da face da planta, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. Houve maior incidência da ferrugem no tratamento não irrigado (testemunha) e menor incidência na maior lâmina de irrigação (140% ECA), sendo observado maior progresso da doença na face sul da planta. Houve maior severidade da ferrugem na lâmina de 80% ECA e menor severidade na lâmina de 140% ECA, tendo também sido observado maior progresso da doença na face sul da planta. Houve um pico de incidência e de severidade da ferrugem no mês

¹ Comitê Orientador: Dr. Edson Ampélio Pozza – UFLA (Orientador) e Dr. Paulo Estevão de Souza – UFLA (Co-orientador)

de agosto, com maior ocorrência da doença entre os meses de julho e agosto, para os dois anos, nas condições deste experimento. Com relação à cercosporiose, não houve interação significativa entre lâminas de irrigação e face da planta. Verificou-se, para incidência da cercosporiose, influência significativa de lâminas de irrigação nas safras 2004/2005 e 2005/2006 e da face da planta, apenas na safra 2004/2005. Houve maior incidência na lâmina de 100% ECA e menor incidência no tratamento não irrigado, tendo sido observado maior progresso da doença na face norte da planta. Houve dois picos de incidência da cercosporiose, um no mês de março e outro em junho, com maior índice da doença no mês de junho, para os dois anos avaliados. Houve maior incidência da cercosporiose entre os meses de maio e julho.

ABSTRACT

CUSTÓDIO, Adriano Augusto de Paiva. **Epidemiology of rust and brown eye spot on coffee irrigated by center pivot**. 2008. 71p. Dissertation (Master of Science in Plant Pathology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil.²

Plant disease can be influenced by irrigation method if the microclimate is modified specially at the aerial part of plants, contributing to leaf disease intensity. This research aimed to evaluate the occurrence and severity of rust and just the occurrence of brown eye spot at coffee leaves, in coffee plants irrigated by center pivot, with different water depths. The experiment was carried out at the experimental area of Engineering Department at Federal University of Lavras, at coffee plants, Rubi cultivar (MG 1192) planted on March 1999 spaced 3,5 meters between rows and 0,8 meters between plants susceptible to rust and brown eye spot. The experimental design was randomized blocks with three replicates and six water depths at plots, corresponding to 60%, 80%, 100%, 120% e 140% of water depth evaporated from a Class A pan, including the non irrigated control plot. The disease was evaluated on coffee leaves, at an average 23 days interval, from April 2004 through June 2006. Each plot was made up of 8 effective plants, being inspected 8 leaves per plant, with four at north face and four at south face, all inspected at the medium third vertical part of plant, on third our fourth pair of leaves of lateral branches. The area up to the disease progress curve (AACPD) was calculated and the analysis of variance tested, including regression analysis for those cases when the probability level was less than 5%. At 2004/2005 harvest, a significant difference was observed among irrigation water depths and the side of plant (North or South) for both 2004/2005 and 2005/2006 harvests. A larger incidence of rust at the non irrigated plot was observed while the smallest was observed at the largest water depth (140% ECA), with larger disease progress observed at the south face. The severity of rust was larger at 80% ECA and the smallest at 140% ECA, with largest disease progress at south face of plant. Occurrence and severity peaks for rust were observed in August for both years. In relation to brown eye spot, no significant interaction was detected among water depths and plant face. It could be verified that, for brown eye spot occurrence, significant effects were detected among water depths on both harvests and in plant face only for harvest 2004/2005. Larger occurrence at

² Advising Committee: Dr. Edson Ampélio Pozza – UFLA (Adviser) e Dr. Paulo Estevão de Souza – UFLA (Co-adviser)

140% ECA and smallest occurrence at non irrigated plot, with larger disease progress at north face of plant. Two brown eye spot peaks were observed, one in March and another in June, with larger occurrence in June for both harvests. Larger occurrence of brown eye spot was observed from May to July.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café e o segundo maior mercado consumidor, portanto, a cultura do cafeeiro tem grande importância sócio-econômica para o país. A produção estimada, na safra 2006/2007, foi de 41,57 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado, sendo o centro-sul a maior região produtora (AGRIANUAL, 2007).

O cafeeiro foi cultivado, historicamente, em áreas com condições edafoclimáticas favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento. Porém, essa cultura vem sendo cada vez mais incorporada a áreas planas e mecanizáveis, embora menos férteis e com escassez hídrica, a exemplo do Cerrado Mineiro e do oeste baiano. Assim, o uso da irrigação suplementar tem se mostrado uma prática promissora nessas localidades e até mesmo em regiões onde ocorrem curtos períodos de estiagem (Faria et al., 2001), como o Sul de Minas e a Zona da Mata. Além de permitir o cultivo do café em áreas pouco exploradas, esta técnica promove incrementos significativos de produtividade. Como desvantagem, cita-se o fato de que o cultivo em sistema irrigado influencia diretamente a intensidade de doenças, com importância econômica variável nesse patossistema agrícola (Carvalho & Chalfoun, 1998).

Isso ocorre devido à alteração do microclima da lavoura, associada ao plantio de monocultura em áreas extensas com uniformidade genética e ao fato de a variação do estado nutricional na cultura condicionar ambiente favorável ao progresso de epidemias. Tal fator resultará em perdas na qualidade e na produtividade da lavoura.

Além das doenças, a deficiência nutricional, o manejo inadequado da cultura, os insetos pragas assim como condições climáticas desfavoráveis, antes,

durante e após a colheita, também influenciam a qualidade e a produtividade do cafeeiro.

Pesquisas já foram realizadas sobre a intensidade da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado por aspersão, tipo pivô central, em Minas Gerais (Juliatti, 2000a, b). Entretanto, ainda pouco se conhece, no Sul de Minas, sobre o comportamento dessas doenças com o uso desta tecnologia.

Dessa forma, torna-se necessário entender as interações favoráveis ao progresso das doenças, o que permitirá conhecer alternativas que visem à redução de perdas, obtendo informações relevantes sobre o manejo eficaz da irrigação. Isso refletirá no progresso e na competitividade da cultura no país, visando à redução do custo de produção da lavoura, diminuição da resistência de patógenos a defensivos agrícolas e aumento da segurança ambiental e ou humana.

Diante disso, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar a incidência e a severidade da ferrugem e a incidência da cercosporiose em folhas de cafeeiro, em lavoura irrigada por aspersão tipo pivô central, sob diferentes lâminas de água.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Necessidades hídricas e irrigação do cafeeiro

O Brasil detém maior competitividade na produção de café que a maioria de seus concorrentes. Esse fato é atribuído ao maior uso de tecnologia, à maior escala de produção e às melhores condições de solo e de clima. No entanto, a produtividade média brasileira, de 19,5 sacas.ha⁻¹, está ainda muito aquém de seu potencial produtivo (AGRIANUAL, 2007).

Os fatores climáticos mais importantes para o crescimento do cafeeiro são a temperatura e a precipitação. Temperaturas médias entre 18° e 22°C são consideradas aptas ao cultivo, ficando a faixa ideal entre 19° e 21°C (Matiello et al., 1974; Camargo, 1985). Sabe-se que a região Centro-Sul do país é considerada propícia ao plantio do cafeeiro porque a precipitação anual é superior a 1.200 mm, o que resulta em condição satisfatória para a exploração comercial da cultura (Mendes & Guimarães, 1997).

De todos os recursos de que a planta necessita para crescer e se desenvolver, a água é o mais abundante e, ao mesmo tempo, o mais limitante para a produtividade agrícola (Taiz & Zeiger, 2004).

Conforme Gopal (1974), a deficiência hídrica no solo tem reflexos negativos sobre o sistema radicular, particularmente sobre as raízes absorventes. Tal fator limitará a absorção de água e de nutrientes, o crescimento da parte aérea e a produção da planta. Dessa forma, mesmo em condições consideradas aptas ao cafeeiro, a planta poderá sofrer danos no seu crescimento e ou produção, com a ocorrência de veranicos durante a estação chuvosa.

Na região de Lavras, Sul de Minas Gerais, Castro Neto & Vilela (1986) verificaram que os veranicos ocorrem com grande frequência na segunda quinzena de outubro e na primeira quinzena de novembro. Esse comportamento

pode comprometer a produção do cafeeiro, por atuar na fase crítica de expansão dos grãos de café.

Em regiões que apresentam déficit hídrico acentuado no período crítico da cultura, a adoção da irrigação é necessária a fim de se obterem produções economicamente viáveis (Faria & Rezende, 1997). Coelho (2005) estudou, por oito safras, a produtividade do cafeeiro Catuaí em Lavras, MG, e concluiu que a irrigação por gotejamento, entre 01/06 e 30/09, proporcionou aumentos significativos de produtividade, com média de 59,0 sacas.ha⁻¹, além de eliminar o seu ciclo bienal.

Lima et al. (2006) avaliaram a influência da irrigação na produtividade do cafeeiro irrigado por pivô central, nas cinco primeiras safras no Sul de Minas e constataram aumento satisfatório na produtividade dos tratamentos irrigados, tendo a lâmina de 60% da evaporação do tanque classe 'A' apresentado produtividade média superior às demais, com 45,12 sacas.ha⁻¹ano⁻¹. Em estudo da produtividade do cafeeiro irrigado via gotejamento por três safras, em Lavras, MG, obtiveram-se maiores produtividades em função do fornecimento de maiores lâminas de água repostas, calculadas em função da evaporação do tanque classe 'A' (ECA). O incremento produtivo comportou-se linearmente, de forma que maiores produtividades ocorreram na maior lâmina de irrigação, de 100% ECA (Miranda, 2004; Santos, 2002; Boldini, 2001).

Ainda nesta região, Faria et al. (2001), trabalhando com a cultivar Acaiá, plantada no espaçamento de 3,0 x 0,6 m e irrigando o ano todo, obtiveram produtividade de 84,95 sacas.ha⁻¹, na safra 2000. Já Soares (2001), trabalhando em Viçosa, MG, com a cultivar Catuaí plantada no espaçamento de 3,0 x 1,0 m, irrigando e fertirrigando, obteve produtividade igual a 88,0 sacas.ha⁻¹, na safra 2000.

Enfim, encontram-se, na literatura, diversos trabalhos que relatam incrementos significativos na produtividade do cafeeiro, incluindo no Sul de

Minas Gerais, com o uso da irrigação. Tal fato justifica a adoção desta técnica pelos produtores.

2.2 Epidemiologia da ferrugem do cafeeiro

O primeiro relato da ferrugem do cafeeiro foi no Ceilão, hoje Sri Lanka, feito por J. M. Berkeley, em 1868. No Brasil, seu primeiro registro foi no estado da Bahia, em 1970, mas, atualmente está presente em todas as regiões do país e do mundo onde esta rubiácea é cultivada (Zambolim et al., 2005). A ferrugem, na maioria das regiões produtoras do Brasil, é considerada a principal doença do cafeeiro, por ocasionar os maiores danos econômicos à cultura (Zambolim et al., 1985). Já foi relatada no país a existência de mais de dez raças do patógeno nas variedades cultivadas, sendo as raças II e III consideradas mais agressivas (Abreu, 1988).

O agente etiológico da doença é o fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome, pertencente ao filo dos basidiomicetos (Uredinales, Chaconiaceae). Sua fonte de inóculo é constituída de lesões infectadas, nas quais são produzidos os urediniósporos, responsáveis pela ocorrência de epidemias em campo, que requerem água no estado líquido para germinar e penetrar nos estômatos, situados na face abaxial das folhas (Rayner, 1961). Uma única folha pode conter centenas de pústulas que podem coalescer, cobrindo completamente toda a superfície foliar. Com o progresso da doença, as lesões aumentam de tamanho, formando uma área necrótica com reduzida produção de esporos (Agrios, 2005).

Os urediniósporos, ao entrarem em contato com a planta, podem germinar dentro de 6 horas, em temperatura ótima de 23° a 24°C, na presença de água líquida no limbo foliar, sob condições de baixa luminosidade (Chalfoun & Zambolim, 1985).

A perda atribuída à ferrugem do cafeeiro deve-se à desfolha prematura, que reduz a área fotossintética da planta, com conseqüente morte dos ramos plagiotrópicos. Dessa forma, ficarão comprometidos o florescimento, o pegamento dos frutos, a produção e a qualidade física do grão de café (Chalfoun & Zambolim, 1985; Matiello, 1991). Uma lesão por folha pode ocasionar a sua queda (Carvalho & Chalfoun, 1998) e desfolhas sucessivas da planta reduzem a vida útil da lavoura, tornando o seu cultivo antieconômico (Mansk, 1990).

A maior taxa de progresso da doença ocorre sob temperaturas entre 21° e 25°C, prolongado molhamento foliar (Silva-Acunã et al., 1998), sombreamento, alta umidade relativa do ar e densidade de folhas (Zambolim et al., 2005). O maior período de molhamento pode ser determinado pelo menor tempo de exposição das folhas ao sol. Assim sendo, observa-se que para a latitude de 33°S (Figura 1 b), mais próxima à realidade de Lavras - MG, ocorre menor exposição da radiação solar voltada ao hemisfério sul (Vianello & Alves, 1991). Esse fato pode contribuir para o maior progresso da ferrugem do cafeeiro em plantas voltadas para a face sul.

O vento também tem importante papel na disseminação da ferrugem, especialmente a longas distâncias, no entanto a chuva é o principal agente de disseminação da doença na lavoura, além de proporcionar umidade favorável à germinação dos urediniósporos (Terrones, 1984). A quantidade de inóculo residual existente no final da estação seca e o grande enfolhamento do cafeeiro no transcorrer da estação chuvosa têm grande importância na ocorrência da doença (Bock, 1962).

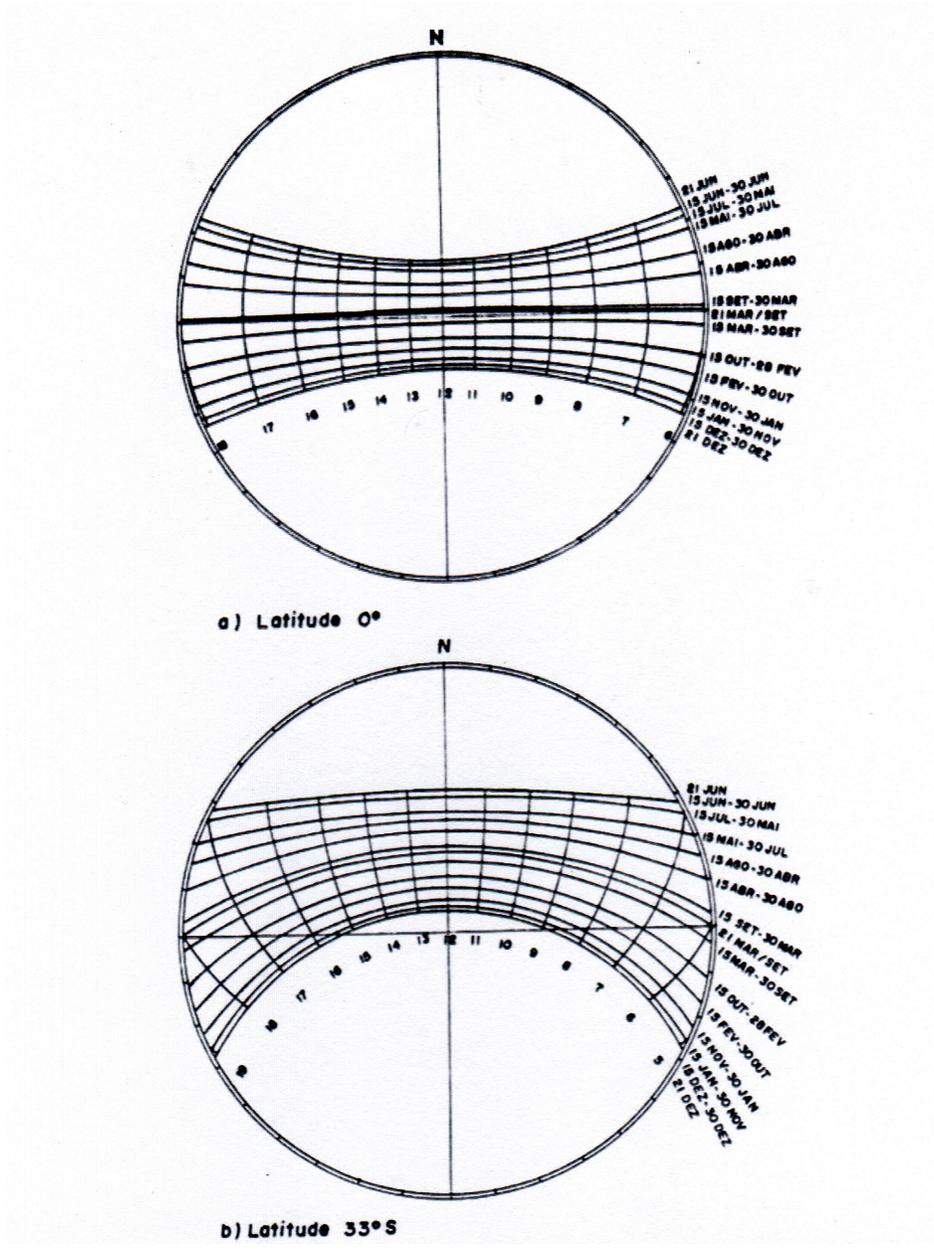


FIGURA 1 Projeções estereográficas das trajetórias do sol sobre o plano horizontal da Terra, para as latitudes extremas do Brasil, de 0° (a) e 33° Sul (b).

Sabe-se também que o nível de produção dos cafeeiros é mais um fator a determinar maior ou menor grau de infecção pela ferrugem, devido ao desequilíbrio nutricional, decorrente do dreno desses nutrientes, para uma alta carga pendente da lavoura, aumentar a suscetibilidade das plantas ao ataque do patógeno (Silva-Acuña, 1985; Carvalho & Chalfoun, 1998).

O progresso da doença varia também conforme o grau de enfolhamento do hospedeiro, no início da estação chuvosa (Miguel et al., 1977; Terrones, 1984). Também foi observada, por Silva-Acuña (1985) e Silva-Acuña et al. (1994), a relação direta entre o progresso da doença e a queda de folhas. Houve menores proporções de queda de folhas com ferrugem nos tratamentos com menores índices de infecção. Maiores desfolhas provocadas pelo patógeno refletiram, de maneira direta, na produção da safra seguinte, reduzindo a níveis baixos ou muito baixos os rendimentos de produção.

2.3 Ferrugem em cafeeiro irrigado

Com mudanças do local de plantio das áreas tradicionais para áreas a exemplo do cerrado, algumas alterações na curva de progresso da ferrugem do cafeeiro foram observadas. Os principais fatores em sua maioria são modificações microclimáticas da lavoura, desequilíbrio e ou deficiência nutricional e déficit hídrico das plantas (Juliatti e al., 2001).

Mesmo em regiões com tradição no cultivo do café, como o Sul de Minas, foram observados atrasos no regime pluviométrico e elevação das temperaturas. Isto reflete em mudanças na curva de progresso da doença e, conseqüentemente, nas pulverizações realizadas por cafeicultores (Chalfoun & Carvalho, 1999).

Devido à ocorrência de adversidades climáticas, a expansão do cultivo do café para novas fronteiras e aos significativos incrementos de produtividade, os produtores adotam, cada vez mais, nas várias regiões do país, a cafeicultura

irrigada. A irrigação é uma prática que, além de aumentar a produtividade da lavoura, pode proporcionar um produto de melhor qualidade (Mantovani et al., 2000). Entretanto, segundo Julliati et al. (2001), está é uma ferramenta que deve ser trabalhada com muito cuidado, a fim de evitar outros fatores que possam levar à perda de produtividade, como a elevação da incidência e da severidade da ferrugem, pela alteração microclimática e do estado nutricional da planta.

Poucos são os trabalhos sobre o progresso de doenças da parte aérea do cafeeiro em função de diferentes lâminas ou sistemas de irrigação. No entanto, algumas pesquisas relataram a influência de lâminas de irrigação sobre a incidência da ferrugem (Juliatti et al., 2000a). No Triângulo Mineiro, a intensidade da ferrugem foi maior em lavouras irrigadas por aspersão, tipo pivô central e mangueira plástica perfurada, em comparação ao sistema gotejamento ou ao tratamento sem irrigação. Devido ao molhamento foliar, ocorreu a formação de microclima favorável ao progresso da ferrugem, que apresentou comportamento cíclico, com reinoculação freqüente do patógeno. Dessa forma, o sistema de irrigação utilizado também pode interferir no progresso da doença (Carvalho, 1998; Juliatti et al., 2000a; Peixoto Júnior, 2002).

Assim, a utilização e o manejo da irrigação devem ser adequados para cada condição de ambiente e para as características do patógeno, a fim de minimizar os efeitos negativos da doença em campo. Com o manejo do tempo, aumentando-se o intervalo entre irrigações e fazendo-se a irrigação durante a noite, quando, geralmente, o orvalho já é depositado, o período de molhamento foliar seria retardado (Vale et al., 2004).

Gomes et al. (2002) avaliaram, em Lavras, MG, o efeito da lâmina de irrigação (evaporação do tanque classe “A” – ECA), via pivô central, na incidência da ferrugem do cafeeiro. Os autores observaram menor incidência da ferrugem em lâminas acima de 100% ECA, devido, provavelmente, à lavagem dos esporos nas folhas infectadas, diminuindo a incidência da ferrugem.

Entretanto, lâminas abaixo de 100% ECA funcionaram como agentes disseminadores dos urediniósporos do fungo, dentro da própria planta, proporcionando maior progresso da doença.

Diferente do sistema de irrigação por aspersão, tipo pivô central, o sistema por gotejamento não proporciona maior número de horas de molhamento foliar nas plantas, deixando de disseminar o patógeno na lavoura, desfavorecendo um ambiente propício ao progresso da ferrugem.

O período de maior incidência da doença, geralmente ocorre nos meses de dezembro a janeiro e, de março a abril, atingindo pico em junho (Kushalappa et al., 1980). Entretanto, em anos agrícolas de carga alta, ocorre elevada incidência, enquanto, no ano agrícola seguinte, como a produção será baixa devido à bienalidade da cultura, ocorre menor intensidade da doença (Zambolim et al., 2005).

Em Araguari, no Triângulo Mineiro, Juliatti et al. (2000a) verificaram maior incidência da ferrugem nos meses de julho a agosto, em lavoura conduzida por diferentes sistemas de irrigação e lâminas de água. Resultado semelhante foi observado em Lavras, Sul de Minas Gerais, em parcelas irrigadas por gotejamento com maior carga pendente (Miranda, 2004). Entretanto, Boldini (2001) e Santos (2002), em mesma área experimental, observaram maior intensidade da ferrugem ocorrendo em junho e julho. Já Talamini (1999) observou maior taxa de progresso da doença a partir de junho e ponto de máxima entre os meses de julho a outubro, podendo este fato estar relacionado às variações climáticas ocorridas no ano. Nunes et al. (2006) estudaram a incidência da ferrugem em cafeeiro irrigado por gotejamento, no Cerrado Mineiro, durante a safra 2004/2005 e verificaram maior pico da incidência da doença no mês de julho. Sendo assim, observa-se que o período de maior incidência da doença em campo é variável.

Com relação à severidade da ferrugem, Boldini (2001) observou maior área foliar lesionada em maiores lâminas de irrigação, proporcionada por maior enfolhamento e maior produtividade da lavoura, em torno de 82 sacas.ha⁻¹. Também foi observada maior incidência da doença nas maiores lâminas de irrigação. Resultado contrário foi observado por Nunes et al. (2006), no Cerrado Mineiro, em lavoura irrigada por gotejamento. De acordo com os autores, o tratamento sem irrigação e sem aplicação de fungicida apresentou maior incidência da doença, com índices entre 40% e 45%. Os mesmos autores ainda citam que esse fato era esperado, uma vez que a planta com déficit hídrico apresenta, sempre, menor translocação de nutrientes, ficando mais suscetível à infecção por vários patógenos.

2.4 Epidemiologia da cercosporiose do cafeeiro

A cercosporiose, denominada também de “mancha-de-olho-pardo” ou “olho-de-pomba”, é uma das doenças mais antigas do cafeeiro. Atualmente, sua ocorrência é endêmica, estando presente em todas as regiões cafeeiras do Brasil e do mundo (Carvalho & Chalfoun, 1998).

O agente etiológico da doença é o fungo necrotrófico *Cercospora coffeicola* Berkeley & Cooke, pertencente ao filo dos ascomicetos (Capnodiales, Mycosphaerellaceae). O fungo é capaz de esporular em toda a região abaxial do limbo foliar e nos frutos de café, formando esporodóquios que disseminam seus conídios pelo vento, pela água e pelos insetos. Os conídios podem sobreviver por mais de sete semanas em folhas destacadas e permanecer viáveis por quase nove meses na superfície foliar, aguardando condições favoráveis para a infecção do hospedeiro (Echandi, 1959).

Após atingir novas folhas e frutos do cafeeiro, os conídios na presença de umidade favorável germinam e o tubo germinativo penetra diretamente pela

cutícula ou por aberturas naturais, colonizando o tecido hospedeiro (Agrios, 2005).

A ocorrência da cercosporiose nas lavouras em produção, além da queda das folhas, promove o chochamento e a queda prematura dos frutos atacados, principalmente quando o fungo incide nas fases iniciais da maturação. Isso implica em prejuízos quantitativos (redução no rendimento e produção) e qualitativos (depreciação do tipo e qualidade da bebida). Evidencia-se, dessa forma, a importância de avaliar medidas que reduzam as perdas em função dessa doença (Chalfoun, 1997).

A cercosporiose é importante em lavouras estabelecidas em condições ambientais de excessiva insolação (Lopes-Duque & Fernández-Borrero, 1969). Além disso, deficiência hídrica prolongada e adubação insuficiente e ou desequilibrada das plantas podem proporcionar maior índice da doença (Fernández-Borrero et al., 1966; Miguel et al., 1988).

As condições ideais para a ocorrência da doença são alta umidade relativa e temperatura entre 10° a 25°C. Sabe-se que o período de maior incidência da cercosporiose em lavoura de sequeiro vai de dezembro a maio (Zambolim et al., 2005). Entretanto, em estudos, foram constatadas mudanças no progresso da doença, devido às variações nas condições climáticas do ano agrícola em questão e do local de produção (Carvalho & Chalfoun, 1998). A incidência da doença foi avaliada mensalmente, na Estação de Pesquisa Bvumbwe (Malawi), durante os anos de 1962 e 1963. Em ambos os anos, o desenvolvimento da doença foi similar, tendo a máxima ocorrência da doença ocorrido no final do período chuvoso, de abril a maio (Siddiqi, 1970).

A nutrição mineral da planta é um fator muito relevante no progresso de doenças do cafeeiro. Mansk (1990) observou que cafeeiros com adubação inadequada, em início de desenvolvimento e também de produção, apresentaram maior incidência de cercosporiose quando plantados em épocas atípicas. Nessa

situação, o desenvolvimento da planta está sujeito a períodos de estiagem, que impedem a absorção adequada de nutrientes devido à escassez de água no solo.

Pozza (1999) avaliou a intensidade da doença em mudas de cafeeiro crescendo em solução nutritiva com diferentes doses de potássio e nitrogênio. A autora observou o aumento na área abaixo da curva de progresso do total de lesões (AACPTL) e do número de lesões por folha (AACPLF), com acréscimo das doses de potássio. As altas doses de K induziram à deficiência de Ca. Como este elemento é constituinte essencial da lamela média da parede celular, barreira para a entrada de patógenos pela ação de pectatos de cálcio, a intensidade da doença aumentou.

O efeito da nutrição mineral na intensidade da doença também foi observado por Garcia Júnior (2002). Este autor trabalhou com diferentes doses de cálcio e de potássio em mudas de café e verificou redução linear na área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) com o aumento das doses de cálcio. A menor AACPD (14,78) foi obtida com a dose máxima de Ca (8 mmol/L).

2.5 Cercosporiose em cafeeiro irrigado

A cercosporiose é uma das principais doenças da cafeicultura irrigada. Com o interesse em expandir essa cultura no país e devido à crescente escassez e à má distribuição de chuvas, adotou-se, cada vez mais, o uso da irrigação. Entretanto, pouco se conhece a respeito de sua influência sobre as principais doenças do cafeeiro.

Avaliando a incidência da cercosporiose no Triângulo Mineiro, Juliatti et al. (1998) observaram maior incidência da cercosporiose em lavoura irrigada por pivô central, quando comparada ao sistema gotejamento.

A presença da água fornecida pela irrigação, principalmente a do tipo aspersão, modifica o microclima da lavoura, alterando as condições do

ambiente, estendendo o período de molhamento foliar. Esse fator pode contribuir para aumentar a taxa de progresso da doença (Vale et al., 2004; Carvalho & Chaulfoun, 2000). Além disso, a irrigação afeta a turgidez dos órgãos da planta com tendência a manter os estômatos abertos, podendo facilitar a penetração do patógeno (Rotem & Palti, 1969).

O período de maior incidência da doença, geralmente, ocorre nos meses de dezembro a maio (Zambolim et al., 2005). No entanto, Juliatti et al. (2000b) verificaram maior incidência da doença entre maio e fim de julho, devido, provavelmente, às baixas temperaturas durante esse período, associada à perda ou à redução do nível de nitrogênio na folha. Resultados semelhantes também foram observados em quatro safras no município de Lavras, MG, em lavoura irrigada por gotejamento (Miranda, 2004; Santos, 2002; Boldini, 2001; Talamini, 1999).

Echandi (1959) verificou, em plantas irrigadas, menor número de folhas com sintomas da cercosporiose e queda de folhas em relação às plantas desprovidas de irrigação ou que receberam pouca água. Dessa forma, as plantas das parcelas não irrigadas absorveram menos nutrientes dos fertilizantes aplicados, tornando-as suscetíveis ao ataque de patógenos.

Paralelamente, pôde-se observar, nos trabalhos de Miranda (2004), Santos (2002) e Boldini (2001), uma tendência linear de redução na incidência da doença, tanto em folhas como em frutos, com o acréscimo das lâminas de água aplicada. Ocorreu, para todos os casos, maior incidência da doença nos tratamentos não irrigados. Observou-se também que, quanto maior foi a produtividade do tratamento não irrigado, no decorrer de uma safra para outra, maior foi a área abaixo da curva do progresso da doença para incidência (AACPDI) da cercosporiose.

Como ocorreu nos trabalhos dos últimos autores citados, na safra 1999/2000, para o tratamento não irrigado, Boldini (2001) registrou AACPDI

igual a, aproximadamente, 3.600, com produtividade em torno de 36,25 sacas.ha⁻¹. Já na safra 2000/2001, Santos (2002), em mesma área experimental, observou AACPD de, aproximadamente, de 1.600, com produtividade em torno de 25 sacas.ha⁻¹, enquanto Miranda (2004), na safra 2002/2003, registrou AACPD de, aproximadamente, 800 e produtividade em torno de 9,0 sacas.ha⁻¹. Nota-se, portanto, a relação existente entre a carga pendente da lavoura e o progresso da doença.

Nunes et al. (2006) estudaram a incidência da cercosporiose em cafeeiro irrigado por gotejamento, no Cerrado Mineiro, durante a safra 2004/2005, e verificaram maior pico da incidência da doença no mês de julho. Ainda observaram tendência de menor incidência da doença quanto maiores as lâminas de água aplicada. Nas parcelas sem aplicação de fungicida, a menor incidência foi observada na maior lâmina de irrigação (145% ECA), com índices inferiores a 10%, enquanto que a maior incidência foi observada no tratamento não irrigado, com índices entre 30% e 35%.

Resultado contrário foi observado por Juliatti et al. (2000a). Em estudos no patossistema cercosporiose, a doença não foi influenciada por tipos de sistemas de irrigação e sim por lâminas de água. Maiores incidências ocorreram nas maiores lâminas (80 e 100 mm/mês), no sistema de gotejamento. Entretanto, não foi realizada avaliação nutricional das plantas, sugerindo que pesquisas fossem direcionadas para o manejo da fertirrigação em sistema de irrigação localizada.

Dessa forma, existe a necessidade de se conhecer as relações que influenciam a intensidade de doenças foliares, obtendo-se medidas que reduzam perdas na lavoura com o manejo eficaz da irrigação por aspersão, tipo pivô central.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características do campo experimental

O trabalho foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia (Figura 2) da Universidade Federal de Lavras, situado à latitude 21°13'43''Sul, longitude 44°58'38'' Oeste e altitude média de 918 m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro de textura do tipo muito argilosa, com 76% de argila, 22% de areia e 2% de silte. Considerando a primeira camada de 0 a 25 cm, o solo possui umidade, à capacidade de campo, de 48 %, umidade no ponto de murcha permanente de 42%, densidade aparente média igual a 1,29 g cm⁻³ e densidade de partículas de 2,67 g cm⁻³.

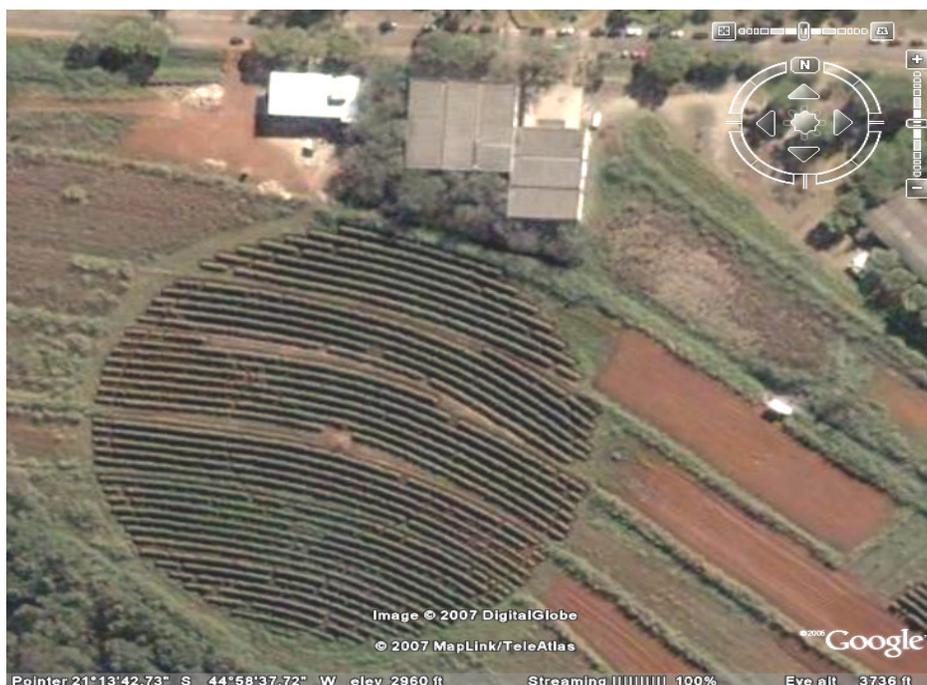


FIGURA 2 Vista do campo experimental. UFLA, Lavras, MG.
Acessado em: <http://earth.google.com>

A região de Lavras, MG, possui temperatura média anual normal de 19,4°C, precipitação média anual de 1.529,7 mm e umidade relativa média de 76,2% (Brasil, 1992). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região possui clima do tipo Cwa, caracterizado por ser subtropical com inverno seco e chuvas predominantes de verão. A estação chuvosa na região se estende de outubro a março e a estação seca, de abril a setembro (Castro Neto & Vilela, 1986).

3.2 A cultura

A cultivar plantada na área, suscetível a ferrugem e à cercosporiose do cafeeiro, foi a 'Rubi – MG 1192' (*Coffea arabica* L.), de porte baixo, arquitetura compacta e bom vigor vegetativo e produtivo. O plantio 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, ocupando área útil de 2,8 m²/planta e densidade populacional de 3.571 plantas. ha⁻¹.

3.3 Sistema e manejo da irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão, tipo pivô central. A área irrigada correspondeu a 1,6 ha, contendo dois vãos que totalizam 67,5 metros de extensão e um lance em balanço de 4 metros, perfazendo um raio molhado de 71,5 metros. O pivô central foi equipado com emissores tipo difusor (spray), distanciados, aproximadamente, 2,20 m entre si e 2,0 m das copas das plantas.

A lâmina de água aplicada foi definida em função da evapotranspiração acumulada no período entre as irrigações. Foi adotado turno de rega fixo, realizada às segundas, quartas e sextas-feiras. A evapotranspiração da cultura foi obtida a partir da evaporação do tanque Classe "A" (ECA), de acordo com as exigências hídricas da cultura sugeridas por Santinato et al. (1996). Foram

considerados, para o cálculo da irrigação, os coeficientes do tanque, da cultura e a precipitação que possa ter ocorrido no período.

Quando o balanço entre a ECA e a precipitação foi nulo ou a favor das precipitações, não se realizavam irrigações. As diferentes lâminas de água, correspondentes aos tratamentos, foram controladas mediante o ajuste da velocidade do pivô (regulagem do percentímetro). No tratamento não irrigado (testemunha), o pivô central deslocava-se sobre as parcelas, sem aplicar água. A partir da ECA foram definidos os tratamentos de lâminas das parcelas, conforme se observa na Tabela 1.

A fonte de água utilizada na irrigação foi proveniente de uma barragem situada nas proximidades da área experimental.

TABELA 1 Lâminas de água aplicada de 2004 a 2006, em função da evaporação do tanque Classe “A” (ECA). UFLA, Lavras, MG, 2008.

Lâmina	ECA (%)
1 (não irrigado)	-
2	60
3	80
4	100
5	120
6	140

3.4 Delineamento do campo experimental

O delineamento foi em blocos casualizados, com três repetições e seis tipos de tratamentos nas parcelas. As lâminas de água aplicadas em função da evaporação do tanque Classe “A” corresponderam aos tratamentos, sendo assim descritos: 60% (T2), 80% (T3), 100% (T4), 120% (T5) e 140% (T6), além do tratamento testemunha, no qual não se fizeram irrigações (Figura 3).

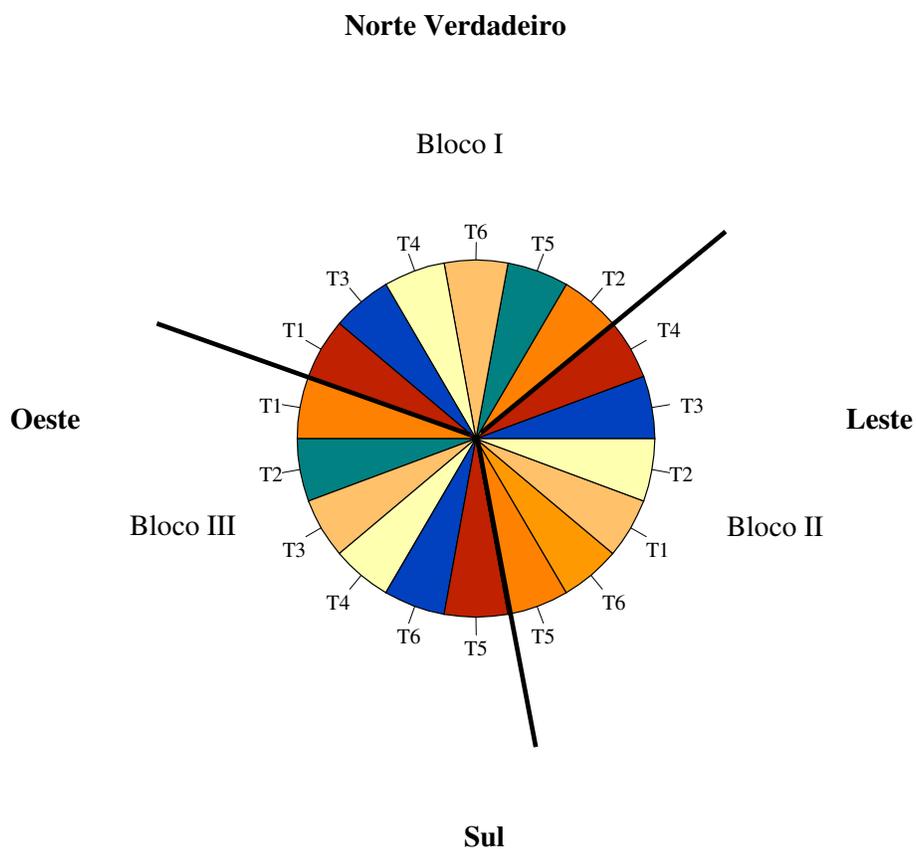


FIGURA 3 Croqui do campo experimental.

A área experimental circundada pelo pivô central foi dividida em áreas menores (segmentos de 20°), em formato esquema “fatias de pizza”, as quais constituíram as 18 parcelas (Figura 3). Cada parcela foi formada por 8 plantas distribuídas em fileira, sendo todas consideradas úteis. Como todas as parcelas localizam-se completamente dentro da lavoura, um número significativo de plantas de cada extremidade serviu como bordadura.

3.5 Dados climatológicos utilizados

Fez-se a coleta dos dados climatológicos no Setor de Agrometeorologia do Departamento de Engenharia. Os dados climatológicos utilizados foram obtidos da estação climatológica principal de Lavras (ECP), 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 de Meteorologia (INMET) e a UFLA. Os dados corresponderam aos valores diários, obtidos da média de, pelo menos, três das quatro observações meteorológicas, de acordo com o Tempo Médio de Greenwich (TMG). O período de monitoramento foi de abril de 2004 a julho de 2006, a mesma época da avaliação da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro.

Os dados obtidos foram das variáveis climáticas: temperatura máxima (T.máxima), temperatura média (T.média), temperatura mínima (T.mínima), umidade relativa do ar, precipitação e horas de insolação.

3.6 Avaliação das doenças

Fez-se a avaliação da ferrugem e da cercosporiose nas folhas do cafeeiro, observando-se os sintomas pertinentes às doenças, em intervalos médios de 23 dias. O período de monitoramento foi de 14 de abril de 2004 a 1º de junho de 2006, totalizando 34 avaliações.

A avaliação das doenças foi realizada por método não destrutivo, feito na própria planta, amostrando-se 8 folhas por planta, sendo 4 folhas da face norte e 4 folhas da face sul. As folhas foram tomadas aleatoriamente no terço médio da planta, entre o terceiro e o quarto par de folhas dos ramos plagiotrópicos, o que totalizou 64 folhas amostradas por parcela.

A incidência da ferrugem e da cercosporiose foi obtida a partir da relação do número de folhas com sintomas e o número total de folhas

amostradas, conforme realizado por Talamini (1999), de acordo com a Equação 1:

$$I(\%) = \left(\frac{NFD}{NTF} \right) * 100 \quad (1)$$

Em que:

I (%) = incidência em percentagem;

NFD = número de folhas doentes;

NTF = número total de folhas.

A severidade da ferrugem nas folhas com incidência, foi estimada com a escala diagramática proposta por Kushalappa & Chaves (1980).

Os resultados referentes aos índices médios de incidência e de severidade para ferrugem e incidência para cercosporiose foram plotados em gráficos do progresso da doença, durante o período de avaliação.

3.7 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD)

Os valores obtidos da avaliação da ferrugem e da cercosporiose nas folhas do cafeeiro foram previamente transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), segundo Shaner & Finney (1977), de acordo com a Equação 2. Em seguida, com os resultados, foram realizadas as análises de variância.

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (T_{i+1} - T_i) \quad (2)$$

Em que:

AACPD= área abaixo da curva de progresso da doença;

Y_i = proporção da doença na i -ésima observação;

T_i = tempo em dias na i -ésima observação;

n = número total de observações.

3.8 Tratos culturais

Os tratos culturais do campo experimental foram feitos de maneira convencional. As adubações da cultura foram realizadas com base nos resultados da análise química do solo (Anexos 1A e 2A), complementadas conforme o laudo da análise química foliar e interpretadas de acordo com Santinato et al. (1996).

Foram feitas pulverizações de micronutrientes, excluindo-se o cobre (Cu). O suprimento desse elemento químico essencial às plantas foi fornecido via solo, sempre que necessário. Nas parcelas em que foram avaliadas as doenças, não foram feitas aplicações de fungicidas.

3.9 Avaliação da produtividade do cafeeiro irrigado

Nas safras 2004/2005 e 2005/2006, a colheita das parcelas foi feita de forma manual sobre “pano”. Após a derriça, o volume, em litros do café, colhido da lavoura foi registrado, fazendo-se, em seguida, a sua homogeneização e coletando-se amostras de 10L para estimar a produtividade das parcelas experimentais.

Logo depois, essas amostras foram acondicionadas em sacarias de fio plástico trançado e submetidas à secagem em bancadas de madeira suspensa ao ar livre, até atingirem umidade na faixa de 11% a 12%, em base peso. Na seqüência, as amostras de cada parcela foram beneficiadas e pesadas, estimando-se assim a produtividade.

3.10 Análise estatística

Foi utilizado, para a análise estatística do experimento, o programa Sisvar[®] (Ferreira, 2000) versão 4.0. Foi realizada análise de variância da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), do lado da planta em relação às faces norte e sul e da produtividade das parcelas. Em seguida, as médias entre

os tratamentos foram comparadas pelo teste de F ($P < 0,05$). As variáveis significativas foram submetidas à análise de regressão, ajustando-se o modelo estatístico adequado para explicar o comportamento do patossistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ferrugem do cafeeiro

4.1.1 Curva de progresso para incidência da doença

A curva de progresso da incidência da ferrugem variou, entre os dois anos de avaliação e em relação às faces norte e sul da planta (Figura 4).

No primeiro ano avaliado, de 18/04/2004 (1ª avaliação) a 19/04/2005 (18ª avaliação), observaram-se índices mais elevados da doença, em relação ao segundo ano, de 19/04/2005 a 1/06/2006 (34ª avaliação). Foi registrado um pico da doença no mês de agosto, com maior incidência da ferrugem entre os meses de julho e agosto (Figura 4). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Juliatti et al. (2000a), no Triângulo Mineiro, em lavoura conduzida por diferentes sistemas de irrigação e lâminas de água. Em Lavras, MG, em lavoura irrigada por gotejamento, Miranda (2004) também observou máxima incidência da ferrugem entre os meses de julho a agosto nas parcelas irrigadas e não irrigadas. Entretanto, resultado diferente foi encontrado por Boldini (2001) e por Santos (2002), na mesma área experimental. Estas autoras observaram máxima incidência da ferrugem entre os meses de junho e julho. Miranda (2004) registrou incidência máxima da doença, em seu período mais propício e em parcelas com maior carga pendente, valores inferiores a 20%, enquanto Boldini (2001) e Santos (2002), devido a condições climáticas favoráveis e maior carga pendente da lavoura, registraram índices inferiores a 30% e 40%, respectivamente. Nunes et al. (2006) verificaram no Cerrado Mineiro, em lavoura irrigada por gotejamento, incidência máxima da doença em julho, com índice entre 40% a 45% nas parcelas sem aplicação de fungicida.

Concomitantemente ao período de máxima incidência da doença, entre o dia 20/7/2004 e 23/8/2004, houve ocorrência média da temperatura máxima de 24°C. Segundo Silva-Acunã et al., 1998, temperaturas entre 21° e 25°C

proporcionam maior progresso da ferrugem. Foram também registradas baixas precipitações nesse período, com média de 8 mm. Assim, com a elevada escassez hídrica das parcelas não irrigadas, não houve absorção de nutrientes pelas plantas, contribuindo para promover a esporulação do fungo, justificando a grande incidência da ferrugem nesse tratamento (Figuras 4 e 5).

Em seguida, ocorreu redução da doença, em todos os tratamentos, em ambas as faces; a partir do dia 14/9/2004, os índices para incidência na face norte foram inferiores a 5%. Em relação à incidência na face sul, somente a partir do dia 22/10/2004 os índices registrados para todos os tratamentos foram inferiores a 5%. Isso ocorreu, provavelmente, devido à desfolha das plantas pós-colheita e à ausência de número de horas de molhamento foliar, necessários à germinação dos urediniosporos da *Hemileia vastatrix*.

A partir do dia 12/11/2004 até o dia 21/2/2005, não houve registro da incidência da ferrugem, para ambas as faces da planta (Figura 4). A ausência da incidência da ferrugem nesse período deve-se à ocorrência do aumento substancial das precipitações, em que foram registrados os maiores índices durante o ano, com média de 191 mm (Figura 5). Essa alta intensidade de chuvas pode ter contribuído para promover a lavagem dos urediniosporos nas folhas infectadas (Terrones, 1984), diminuindo, assim, a incidência da ferrugem na lavoura. Também nesse período, o fungo estava na fase de colonização do hospedeiro, dando início aos ciclos primários da doença. Assim, após o período latente, ocorreu a manifestação de vários ciclos da doença para iniciar a fase logarítmica.

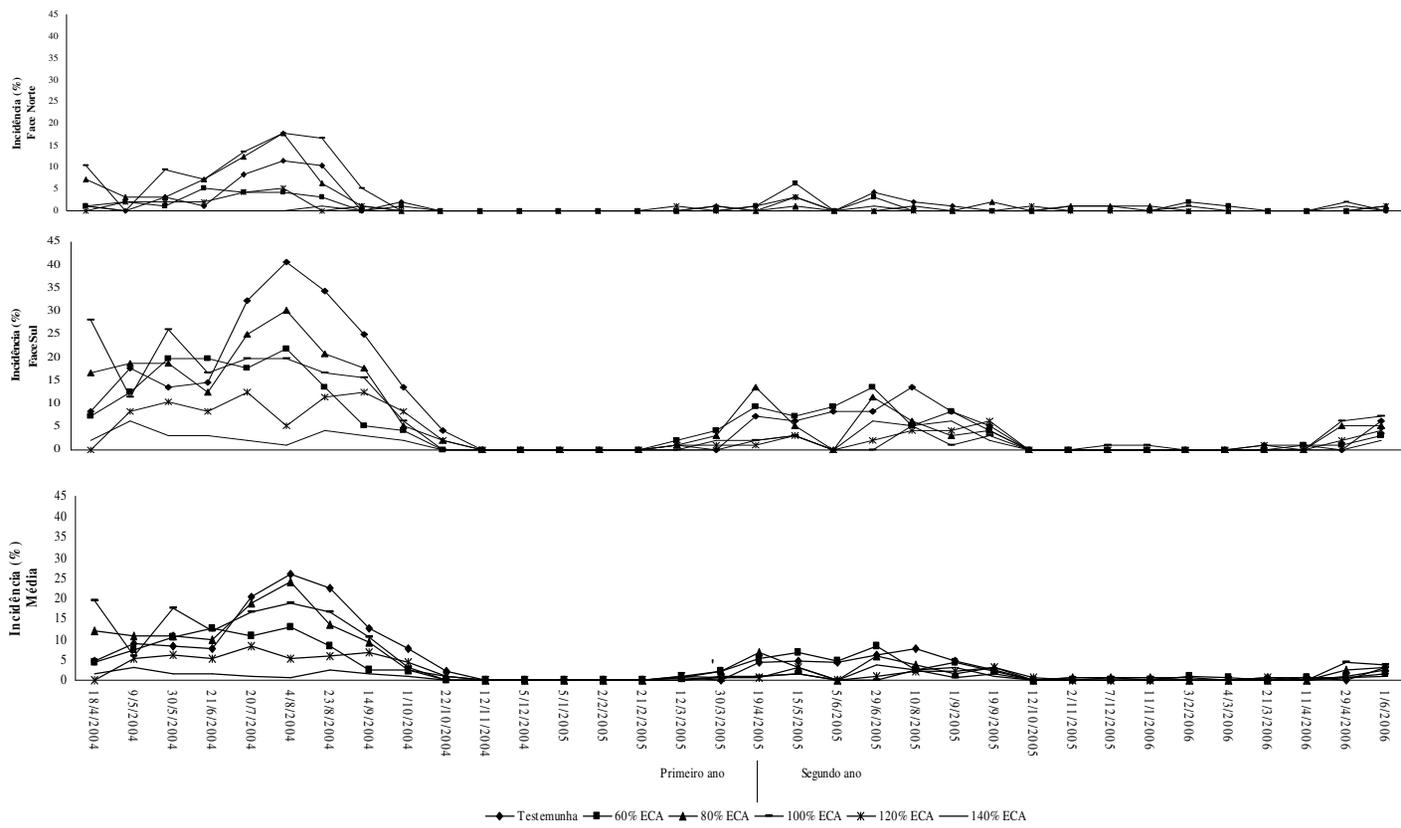


FIGURA 4 Curvas de progresso da doença para incidência da ferrugem (face norte, face sul e média), período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

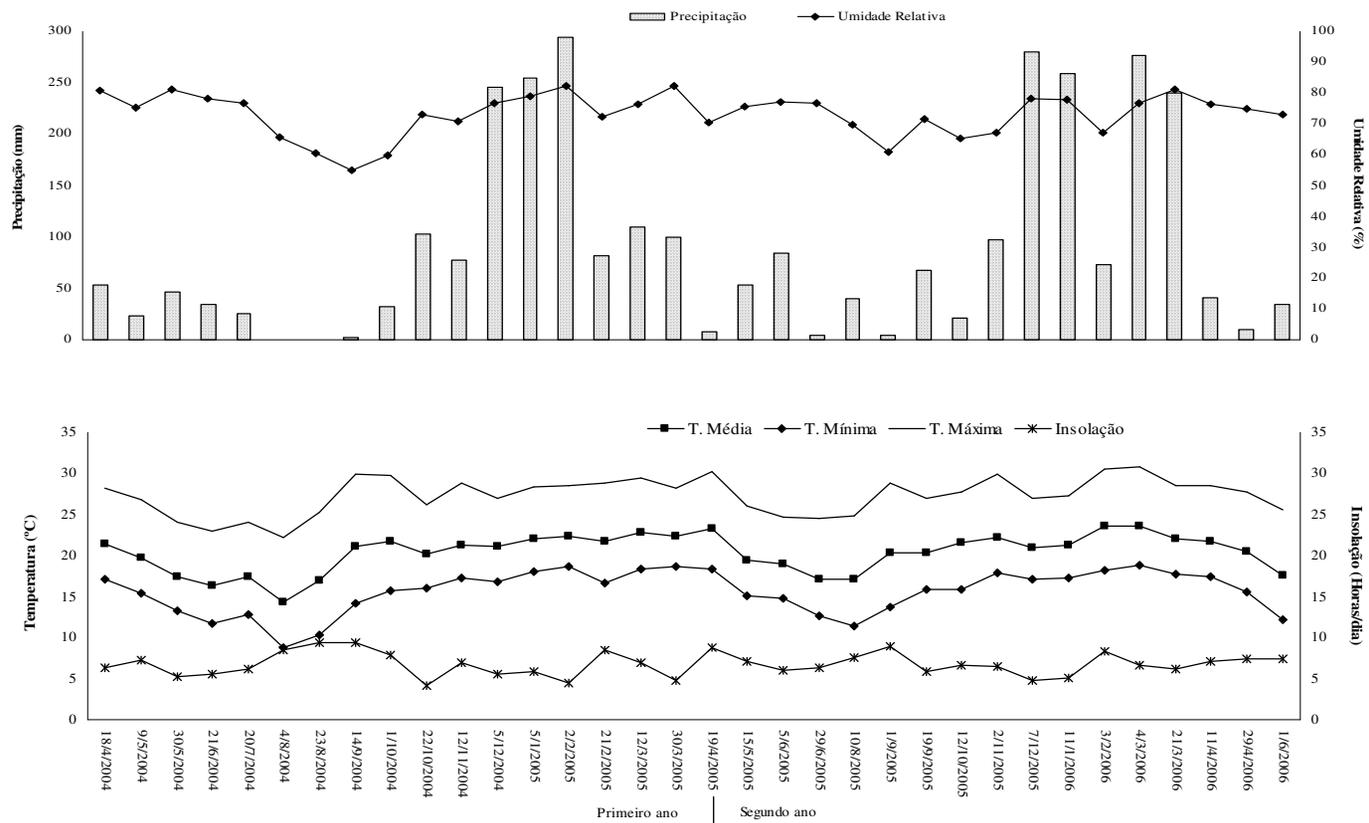


FIGURA 5 Média das variáveis climatológicas entre avaliações, no período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Em seguida, a partir do dia 12/3/2005 (16ª avaliação), observa-se, pelo gráfico de incidência na face sul, que houve registro da ferrugem com aumento do progresso da doença entre os tratamentos, atingindo índices superiores a 10% na lâmina de 100% ECA no dia 19/04/2005. Com relação à incidência na face norte da planta, nesse mesmo período, somente no dia 19/04/2005 (18ª avaliação) houve ocorrência da doença, sendo observado índice inferior a 5%. Esses índices de ferrugem registrados no dia 19/4/2005 devem-se à ocorrência de temperaturas médias de 23°C e baixa precipitação, favoráveis à reprodução e à esporulação do patógeno e devido ao desbalanço nutricional das plantas com o enchimento dos grãos de café, próximo à época de colheita dos frutos (Figura 5).

No segundo ano de avaliação, de 19/04/2005 a 1/06/2006 (18ª a 34ª avaliação), o comportamento entre os tratamentos ocorreu de forma mais homogênea (Figura 5). Assim como ocorrido no primeiro ano, houve apenas um pico da doença, com maior incidência da ferrugem no mês de agosto. Pode-se observar também, no gráfico de incidência média da ferrugem, índices da doença sempre abaixo de 10% (Figura 4).

Houve novamente maior incidência da ferrugem na face sul da planta, embora sempre inferior a 13%. Na face norte, o maior índice da doença registrado ocorreu no dia 15/5/2005, com 6% de incidência para a lâmina de 60% ECA.

O período de maior incidência da ferrugem foi entre o dia 29/06/2005 e o dia 1º/09/2005 (Figura 4). De forma análoga ao primeiro ano, no mesmo período de máxima severidade da doença, houve ocorrência média da temperatura máxima de 26°C e, principalmente, baixas precipitações, com média de 16 mm (Figura 5).

Em seguida, houve redução da doença, em todos os tratamentos, em ambas as faces da planta. A partir do dia 19/9/2005, a incidência na face norte, para todos os tratamentos, foi inferior a 5%, enquanto, na face sul, os índices

foram inferiores a 10%. A partir do dia 12/10/2005, não houve registro da ferrugem para ambas as faces da planta, idêntico ao primeiro ano.

A partir do dia 12/10/2005, até a 32ª avaliação (11/4/2005), não foi registrada a ocorrência da ferrugem em campo (Figura 4). 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. Depois, houve tendência de aumento da incidência da ferrugem, à medida que as avaliações aproximavam-se da época da colheita, sendo também registrada baixa precipitação, com média de 22 mm (Figura 5). Assim, o desbalanço nutricional das plantas com o enchimento dos grãos de café pode ter contribuído para o aumento do progresso da doença.

Em todo período de avaliação da doença, com relação à incidência média, os menores valores ocorreram com maior frequência em maiores lâminas de água, destacando-se o tratamento de 140% ECA. De modo contrário, o tratamento não irrigado (testemunha) foi o que apresentou maior frequência de valores mais elevados da ferrugem do cafeeiro (Figura 4).

4.1.2 Curva de progresso para severidade da doença

A curva de progresso da severidade variou entre os dois anos de avaliação e em relação às faces norte e sul da planta (Figura 6).

No primeiro ano de avaliação, de 18/04/2004 a 19/04/2005, os tratamentos apresentaram comportamento mais homogêneo no decorrer do tempo e com índices médios mais elevados, em relação ao segundo ano, de 19/04/2005 a 1/06/2006. Foi registrado um pico de severidade da doença no mês de agosto, com maior ocorrência da ferrugem entre os meses de julho e agosto (Figura 6). Em lavoura irrigada por gotejamento, Miranda (2004) também

observou, em Lavras, MG, máxima severidade da ferrugem entre os meses de julho a agosto, nas parcelas irrigadas e não irrigadas. Entretanto, Boldini (2001) e Santos (2002), em mesma área experimental, observaram máxima severidade da ferrugem entre os meses de junho e julho. Também Miranda (2004) registrou valores de severidade máxima da doença, no tratamento sem irrigação, inferiores a 1,1%, podendo ter sido influenciada pela dificuldade de absorção de nutrientes pelas plantas. Já Boldini (2001) registrou severidade máxima 2,5% na maior lâmina de irrigação (100% ECA), influenciada por maior enfolhamento e produtividade da lavoura. Diferente dos elevados índices de incidência, os índices para severidade reduzidos devem-se ao fato de se tratar somente da área de esporulação do fungo.

Houve maior progresso da doença na face sul da planta, quando comparada à face norte. Na primeira avaliação (18/04/2004) foi registrada severidade de 1,1% na lâmina de 100% ECA na face sul da planta, enquanto na norte houve 0,3%. O tratamento não irrigado apresentou, nessa mesma época, severidade média de 0,1%; já na lâmina de 140% ECA, não houve severidade da doença (0%). A partir do dia 9/05/2004, pelo gráfico de severidade média, ocorreu tendência de aumento na taxa de progresso da ferrugem do cafeeiro no tratamento não irrigado, atingindo severidade máxima de 0,5%, no dia 4/08/2004. Entretanto, no mesmo período, para a lâmina de 140% ECA, ocorreu exatamente o oposto, com queda na taxa de progresso da doença, não sendo registrada ocorrência da doença (Figura 6).

No mesmo período de máxima severidade da doença, entre a 5ª e a 7ª avaliação (20/7/2004 a 23/8/2004), houve ocorrência média da temperatura máxima de 24°C e, principalmente, baixas precipitações, com média de 8 mm (Figura 5). Essas condições foram favoráveis à reprodução e à esporulação do patógeno, associadas ao desbalanço nutricional das plantas com o enchimento dos grãos de café.

Assim, com a elevada escassez hídrica das parcelas não irrigadas, não houve absorção de nutrientes pelas plantas, contribuindo para promover a esporulação do fungo, justificando a grande severidade da ferrugem.

Em seguida, ocorreu tendência gradativa de diminuição da doença, em todos os tratamentos e em ambas as faces da planta e, a partir do dia 14/9/2004, exceto para a lâmina de 100% ECA com 0,1% severidade, não houve ocorrência da doença. Porém, para severidade face sul, somente a partir do dia 22/10/2004 não foi registrada a ocorrência da doença, para todos os tratamentos. Isso ocorreu, provavelmente, devido à desfolha das plantas pós-colheita e à ausência de número de horas de molhamento foliar, necessários à germinação dos urediniósporos do fungo.

Entre os dias 22/10/2004 e 30/03/2005, não houve registro da ferrugem (Figura 5). A ausência da doença nesse período deve-se à ocorrência do aumento substancial das precipitações, em que foram registrados os maiores índices durante o ano, com média de 166 mm (Figura 5). Essa alta intensidade de chuvas pode ter contribuído para promover a lavagem dos urediniósporos nas folhas infectadas (Terrones, 1984), diminuindo, assim, a severidade da ferrugem na lavoura. Também nesse período o fungo estava na fase de colonização do hospedeiro, dando início aos ciclos primários da doença. Assim, após o período latente, ocorreu a manifestação de vários ciclos da doença para iniciar a fase logarítmica. Em seguida, a partir do dia 19/04/2005, como pode ser observado no gráfico de severidade da face norte da planta, não houve ferrugem. Já na face sul, nesse mesmo período, observou-se severidade de 1,2% para a lâmina de 80% ECA.

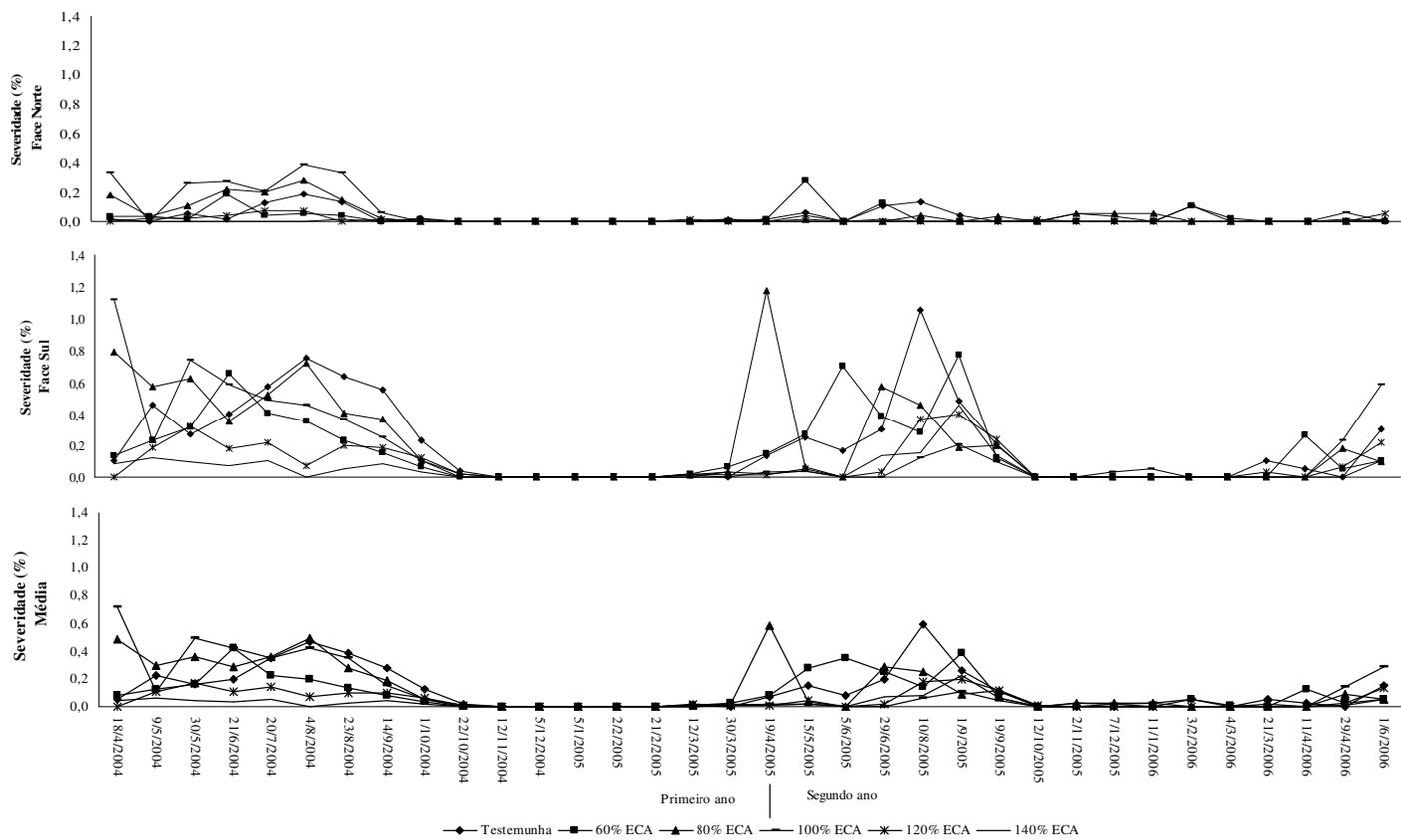


FIGURA 6 Curvas de progresso da doença para severidade da ferrugem (face norte, face sul e média), período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

No segundo ano de avaliação, de 19/04/2005 a 1/06/2006, o comportamento entre os tratamentos ocorreu de forma heterogênea (Figura 6). Assim como ocorrido no primeiro ano, houve maior severidade da ferrugem no mês de agosto. Houve, novamente, maior severidade da doença na face sul da planta, inferior a 1,2%. Ocorreu aumento na taxa de progresso da ferrugem do cafeeiro no tratamento não irrigado, atingindo severidade máxima de 0,6%, no dia 10/08/2005. Entretanto no mesmo período, para a lâmina de 140% ECA, os índices foram inferiores a 0,1% (Figura 6).

O período de maior severidade da doença foi entre os dias 29/06/2005 e o 1/09/2005. De forma análoga ao primeiro ano, no mesmo período de máxima severidade da doença, houve ocorrência média da temperatura máxima de 26°C e, principalmente, baixas precipitações, com média de 16 mm (Figura 5). Assim como no primeiro ano, essas condições foram favoráveis à reprodução e à esporulação do patógeno. Em seguida, houve tendência gradativa de diminuição da doença, em todos os tratamentos, em ambas as faces da planta, não tendo havido registro para severidade face norte partir do dia 19/9/2005, enquanto na face sul foi registrado índice inferior a 0,4%. A partir do dia 12/10/2005, não houve registro da ferrugem para ambas as faces, como no primeiro ano.

Entre os dias 12/10/2005 e 21/3/2006, foi registrada baixa ocorrência da ferrugem em campo, com índices inferiores a 0,2% (Figura 6). De acordo com os gráficos climatológicos (Figura 5), no mesmo período, houve registro de grandes precipitações, com média de 178 mm, o que pode ter desfavorecido a ocorrência da doença em campo. Também como no primeiro ano, nesse período o fungo estava na fase de colonização do hospedeiro, dando início aos ciclos primários da doença. Depois, houve uma tendência de aumento da severidade da ferrugem, à medida que as avaliações aproximavam-se da época da colheita, sendo também registrada baixa precipitação, com média de 22 mm (Figura 5). O

desbalanço nutricional das plantas para o enchimento dos grãos de café nesse período pode ter contribuído para o aumento do progresso da doença.

Durante todo período de avaliação da ferrugem, os valores menos elevados da doença ocorreram com maior frequência em maiores lâminas de água, destacando-se a lâmina de irrigação de 140% ECA. De modo contrário, o tratamento não irrigado (testemunha) foi o que apresentou maior frequência de valores mais elevados da ferrugem do cafeeiro (Figura 6).

4.2 Safra 2004/2005

4.2.1 AACPD para incidência

Houve, na safra 2004/2005, interação significativa entre lâminas de irrigação e a face da planta para incidência da AACPD.

Com relação à face da planta, no lado sul ocorreu maior progresso da doença (Figura 7). Segundo Zambolim et al. (2005), a ferrugem é importante em lavouras estabelecidas em locais sombreados e com alta intensidade de folhas das plantas pelo fato de a luz solar inibir tanto a germinação como o crescimento do tubo germinativo dos urediniósporos do fungo. Também as condições nessa face da planta foram favoráveis à reprodução e à esporulação da *Hemileia vastatrix*.

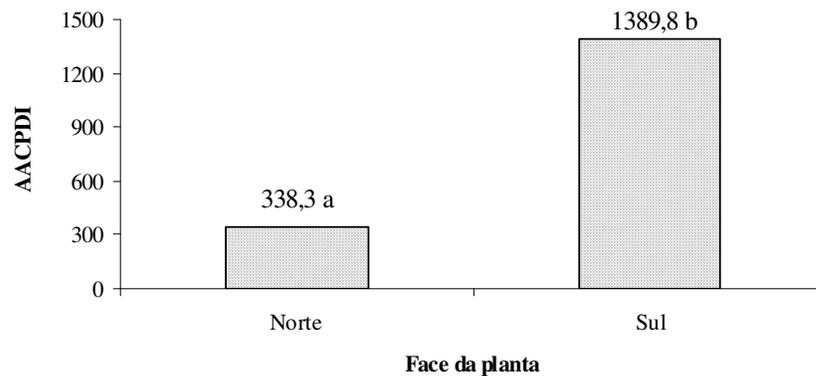


FIGURA 7 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da ferrugem, em folhas de cafeeiros sobre a face da planta, período de agosto de 2004 a junho de 2005. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Esse resultado, favorecido pelo caminhamento do sol na direção leste-oeste, localizado na área de ensaio do experimento, foi justificável, devido à menor exposição à luz solar. Como consequência, houve a formação de um ambiente favorável ao progresso da doença, com maior período de molhamento foliar para a face das plantas voltadas ao sul, principalmente entre os meses de julho e agosto, em que foi registrada maior incidência da ferrugem do cafeeiro (Figura 1 a e b).

No desdobramento da interação, houve influência significativa ($P < 0,05$) de lâminas de irrigação dentro de face da planta apenas para o lado sul (Figura 8), possuindo o modelo linear o melhor ajuste ($R^2 = 0,92$).

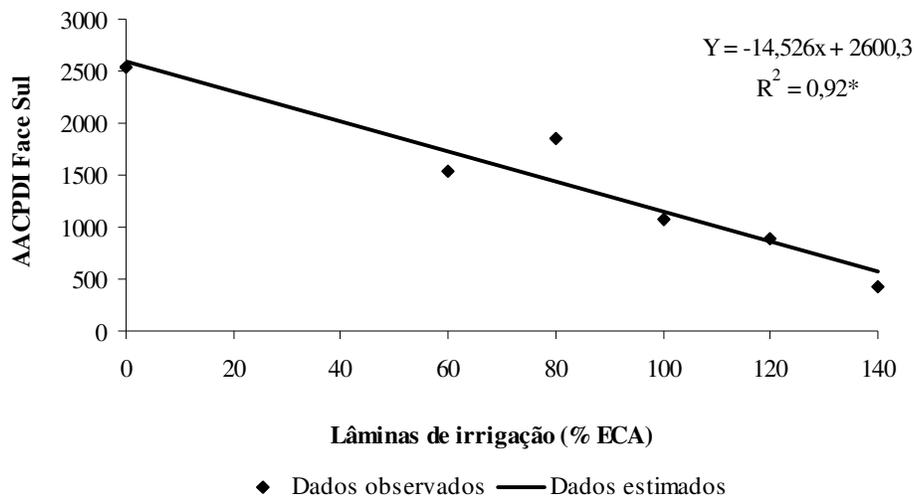


FIGURA 8 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da ferrugem em folhas de cafeeiros, no desdobramento de lâminas de irrigação na face sul, período de agosto de 2004 a junho de 2005. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Houve maior AACPDI para face sul (2544,3) no tratamento não irrigado. Já entre os tratamentos irrigados, houve aumento da AACPD para incidência da ferrugem, até o tratamento de 80% ECA. Em seguida, houve redução linear do progresso da doença com o fornecimento de maiores lâminas de irrigação, sendo registrada a menor AACPDI (431,8) na lâmina de 140% ECA.

Esses resultados estão de acordo com Gomes et al. (2002), em lavoura irrigada por pivô central, no mesmo local deste experimento. Segundo os autores, lâminas acima de 100% ECA promoveram a lavagem dos esporos nas folhas infectadas, diminuindo a incidência da ferrugem. Também o fornecimento de maiores lâminas de irrigação proporcionou maior disponibilidade de nutrientes as plantas, deixando-as menos suscetíveis à infecção da *Hemileia vastatrix*. Assim justifica-se haver no tratamento não irrigado maior incidência da ferrugem, devido à escassez de água no solo impedir a absorção e

translocação adequada de nutrientes. Observa-se ainda que safra 2004/2005, entre os tratamentos irrigados, foi registrada maior produtividade nas lâminas de 60% e 80% da ECA, concorrendo esse fato para o maior progresso da doença, em relação às lâminas de 100%, 120% e 140% ECA (Tabela 2).

TABELA 2 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da ferrugem, em função de lâminas de irrigação (% ECA) e de produtividade, para as safras 2004/2005 e 2005/2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Lâmina de irrigação (% ECA)	Safr 2004/2005		Safr 2005/2006	
	AACPDI	Produtividade (sc. ha ⁻¹)	AACPDI	Produtividade (sc. ha ⁻¹)
0	1526,8	26,7	304,6	32,2
60	938,0	29,0	242,9	33,1
80	1106,5	27,1	301,3	33,2
100	852,9	19,8	284,3	60,7
120	527,1	21,4	219,5	33,6
140	232,8	26,6	175,7	15,0

No Triângulo Mineiro, Juliatti et al. (2000a) observaram que a intensidade da ferrugem foi maior em lavouras irrigadas por aspersão, tipo pivô central com lâmina única de água (100 mm/mês) e mangueira plástica perfurada (80, 100 e 120 mm/mês), quando comparada ao gotejamento (60, 80 e 100 mm/mês) ou ao tratamento não irrigado; porém, estes autores não avaliaram diferentes lâminas de irrigação. Segundo os autores, devido ao molhamento foliar, ocorreu a formação de microclima favorável ao progresso da ferrugem. Assim, a irrigação por aspersão, via pivô central, responsável por maior molhamento da parte aérea das plantas, pode ter favorecido diferentes etapas do

ciclo de vida do patógeno (Vale et al., 2004), promovendo a germinação dos esporos e facilitando a sua penetração no hospedeiro.

Ao contrário do sistema de irrigação por aspersão, o sistema por gotejamento não ocasiona o molhamento foliar o que desfavorece a germinação dos esporos da *Hemileia vastatrix*. Esse sistema pode contribuir para reduzir a intensidade da ferrugem. Talamini (1999), Boldini (2001), Santos (2002), Miranda (2004) e Nunes et al. (2006) não encontraram significância estatística para incidência da ferrugem nas diferentes lâminas de água estudadas, em sistema de irrigação por gotejamento. Este fato pode ser atribuído ao método de irrigação utilizado, no qual a distribuição localizada da água feita apenas no solo, na região das raízes da planta, não proporcionou molhamento das folhas do cafeeiro.

4.2.2 AACPD para severidade

Não houve, na safra 2004/2005, interação significativa entre lâminas de irrigação e as faces norte e sul para AACPD, para severidade da ferrugem. Entretanto, o fator lâminas de irrigação e faces da planta influenciaram significativamente ($P < 0,05$), de forma isolada, a área abaixo da curva de progresso da doença para severidade (AACPDS).

Houve diferença significativa quanto à face da planta. No lado sul, ocorreu maior progresso da doença, possivelmente devido ao maior período de molhamento foliar (Figura 9).

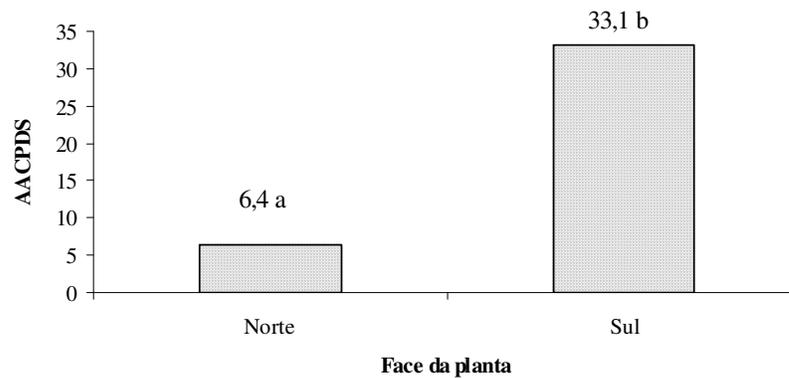


FIGURA 9 Área abaixo da curva de progresso da doença para severidade (AACPDS) da ferrugem em folhas de cafeeiros sobre a face da planta, período de agosto de 2004 a junho de 2005. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Observou-se maior AACPDS (33,7) na lâmina de 80% ECA. Entre os tratamentos irrigados, ocorreu tendência de menor AACPDS da ferrugem, em folhas do cafeeiro, com o fornecimento de maiores lâminas de água. Houve também menor AACPDS (3,7) na lâmina de 140% ECA (Figura 10).

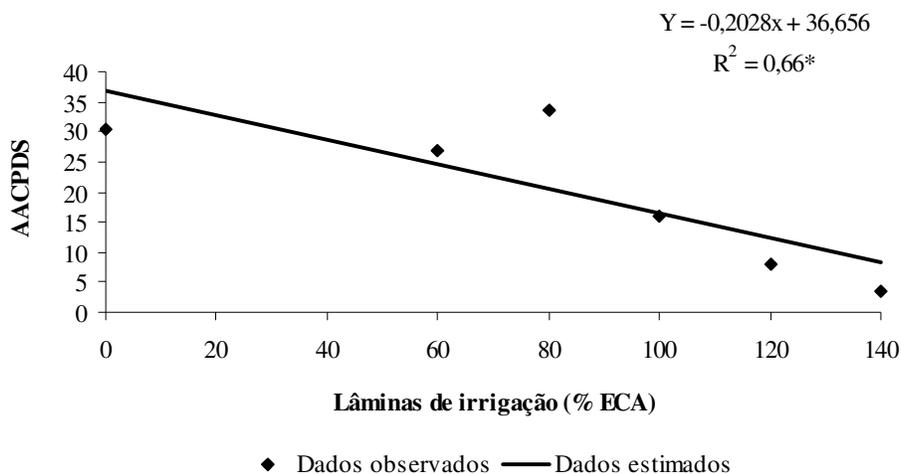


FIGURA 10 Área abaixo da curva de progresso da doença para severidade (AACPDS) da ferrugem em folhas de cafeeiros sob diferentes lâminas de irrigação, período de agosto de 2004 a junho de 2005. UFLA, Lavras, MG, 2008.

4.3 Safra 2005/2006

4.3.1 AACPD para incidência

Na safra 2005/2006, não houve interação significativa entre lâminas de irrigação e faces da planta da AACPD para incidência. Também não houve influência significativa ($P > 0,05$), isoladamente, entre a incidência da ferrugem para o fator lâminas de irrigação, porém, houve influência significativa quanto à face da planta.

Como ocorrido no primeiro ano avaliado, na face sul da planta, novamente, houve maior progresso da doença para incidência, decorrente do maior período de molhamento foliar (Figura 11).

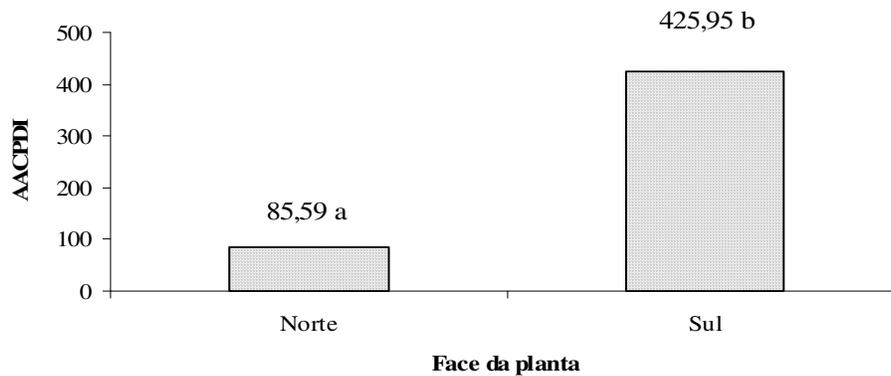


FIGURA 11 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da ferrugem em folhas de cafeeiros sobre a face da planta, período de agosto de 2005 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Segundo Miguel et al.(1977) e Terrones (1984), o progresso da doença varia também conforme o grau de enfolhamento da planta, no início da estação chuvosa. Assim sendo, o fato de não haver efeito significativo do fator lâminas de irrigação na incidência da ferrugem, safra 2005/2006, pode estar relacionado ao menor grau de enfolhamento nesse período, quanto comparada à safra 2004/2005. Dessa forma, houve, na safra 2005/2006, menor crescimento vegetativo das plantas, decorrente de uma maior carga pendente, registrada na lavoura no ano, com exceção da lâmina de 140% ECA. Pode-se observar também que maiores índices do progresso da doença ocorreram na safra 2004/2005, para todos os tratamentos, quando comparada à safra 2005/2006 (Tabela 2).

Em relação à lâmina de irrigação, ocorreram índices mais elevados do progresso da doença no tratamento não irrigado e índices menos elevados nas maiores lâminas de irrigação (Tabela 2). Como discutido antes, o aumento da lâmina de irrigação aplicada pode ter promovido a lavagem dos esporos nas

folhas infectadas, diminuindo a incidência da ferrugem (Gomes et al., 2002). Também, com a escassez hídrica das parcelas não irrigadas, não houve absorção de nutrientes pelas plantas, contribuindo para promover a esporulação do fungo, justificando a maior incidência da ferrugem nesse tratamento.

4.3.2 AACPD para severidade

Não houve na safra 2004/2005, interação significativa entre lâminas de irrigação e faces da planta na AACPD para severidade da ferrugem. Também não houve influência significativa ($P>0,05$) para o fator lâminas de irrigação, entretanto, houve influência significativa quanto à face da planta. Este resultado está de acordo com os de Santos (2002) e de Miranda (2004), que não observaram influência estatística entre lâminas de água, para a severidade da ferrugem do cafeeiro em lavoura irrigada por gotejamento. Mas é diferente dos obtidos por Boldini (2001) que, na mesma área experimental, observou efeito significativo para diferentes lâminas de irrigação, por gotejamento, quanto à severidade da doença, com tendência de aumento da severidade da ferrugem do cafeeiro com o aumento da lâmina de água. A menor AACPDS (aproximadamente 325) ocorreu no tratamento não irrigado e a maior (cerca de 475), ocorreu na máxima lâmina aplicada (100% ECA). Segundo a autora, isso se deve ao fato de maiores lâminas terem proporcionado maior produtividade e maior enfolhamento (AACPE aproximadamente 21.000) da lavoura nesse ano.

Como ocorrido no primeiro ano avaliado, houve diferença significativa quanto à face da planta, tendo, no lado sul, novamente ocorrido maior progresso da doença para severidade, em decorrência um maior período de molhamento foliar favorável à germinação dos uredinósporos do patógeno (Figura 12).

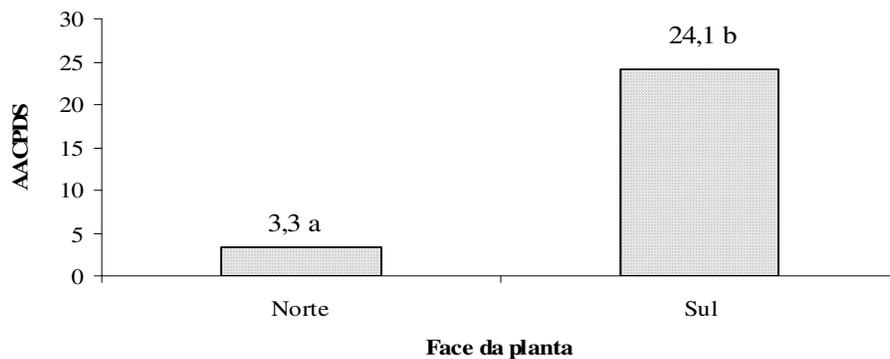


FIGURA 12 Área abaixo da curva de progresso da doença para severidade (AACPDs) da ferrugem em folhas de cafeeiros sobre a face da planta, período de agosto de 2005 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

4.4 Cercosporiose do cafeeiro

4.4.1 Curva de progresso para incidência da doença

A curva de progresso da incidência da cercosporiose variou entre os dois anos de avaliação e em relação à face norte e sul da planta (Figura 13).

No primeiro ano de avaliação, de 18/04/2004 a 19/04/2005, observou-se comportamento homogêneo dos tratamentos, em relação ao segundo ano, de 19/04/2005 a 1/06/2006. Foi registrada também a ocorrência de dois picos de incidência da doença, um no mês de junho e outro em março, com maior incidência da cercosporiose entre os meses de maio e julho (Figura 13).

Esses resultados estão de acordo com os de Juliatti et al. (2000b), em lavoura irrigada por gotejamento com diferentes lâminas de água. Entretanto, resultados diferentes foram registrados por Talamini (1999), Boldini (2001) e Santos (2002), em Lavras, MG, que observaram máxima incidência da cercosporiose entre os meses de maio e junho, nas parcelas irrigadas e não irrigadas, com ocorrência apenas de um pico da doença, em sistema de irrigação

por gotejamento. Já Miranda (2004) observou máxima de incidência da cercosporiose entre os meses de maio a início de agosto, também com ocorrência de apenas um pico da doença, em sistema de irrigação por gotejamento. Talamini (1999), Santos (2002) e Miranda (2004) obtiveram incidência máxima, em seu período mais propício, influenciada por temperaturas favoráveis ao progresso da doença, valores inferiores a 15%, enquanto Boldini (2001) registrou índices inferiores a 25%, ambos para a testemunha. Assim, de acordo com todos os autores acima, a época de maior incidência da cercosporiose variou entre os meses de maio e agosto.

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, quando foi registrado o máximo de 42,7% de incidência da doença na lâmina de 100% ECA. Já na face sul da planta, no mesmo período, ocorreu exatamente o oposto, apresentando índices cada vez menos elevados, sendo registrada incidência máxima de 10,4% (Figura 13).

Em seguida, ocorreu gradativa diminuição da incidência da doença, em todos os tratamentos, em ambas as faces. A partir do dia 22/10/2004 até o dia 05/01/2005, os índices ficaram sempre abaixo de 5%, até não haver ocorrência da doença, em todos os tratamentos (Figura 13).

Concomitantemente, ocorreu nesse período um aumento das temperaturas média (21,0 °C) e mínima (17,0 °C), observando-se também que, a umidade relativa do ar teve média de 75% (Figura 14).

Em seguida, no dia 02/02/2005, ocorreu grande aumento na taxa de progresso da cercosporiose, alcançando incidência média 12% na testemunha e de 24% na lâmina de 100% ECA (Figura 13). 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 14). Essas observações estão de acordo com os trabalhos de Carvalho & Chalfoun (1998) e de Zambolim et al. (2005), que citam ser tais condições propícias à ocorrência da cercosporiose do cafeeiro.

No segundo ano de avaliação, de 19/04/2005 a 01/06/2006, o comportamento entre os tratamentos foi mais variável. Assim como no primeiro ano, 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 1^o/09/2005, pelo gráfico de incidência média, todos os tratamentos apresentaram incidência superior a 10% (Figura 13).

Posteriormente, a partir do dia 1/09/2005, houve redução na incidência da doença, em todos os tratamentos, em ambas as faces, até o dia 02/11/2005 ocorrendo a única avaliação do segundo ano, com índice menor a 10% (Figura 13).

Assim como ocorreu no primeiro ano, houve aumento médio das temperaturas máxima, mínima e média, que variou de 13,8° a 30°C. Notou-se também baixa umidade relativa do ar, com média de 66% (Figura 14).

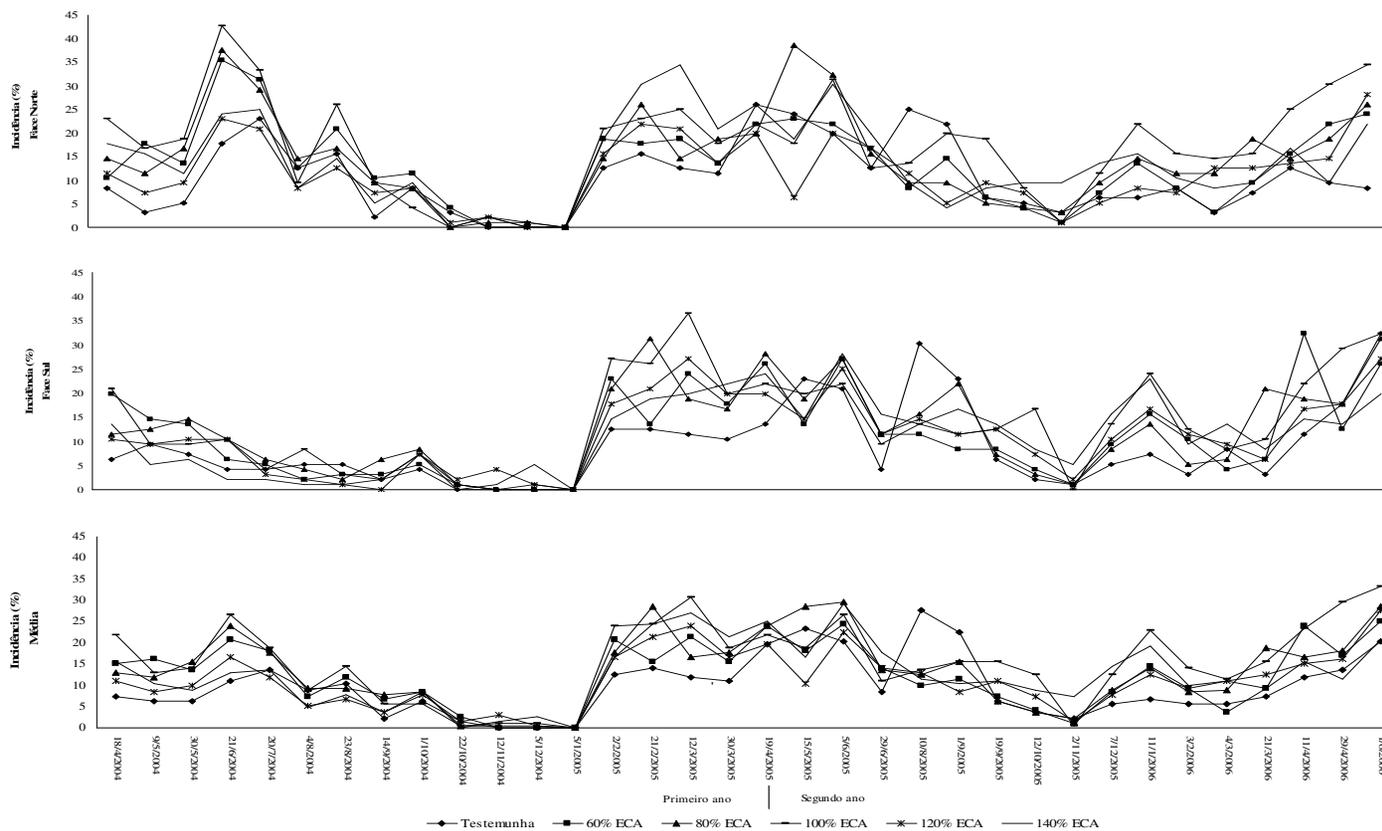


FIGURA 13 Curvas de progresso da doença para incidência da cercosporiose (face norte, face sul e média), período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

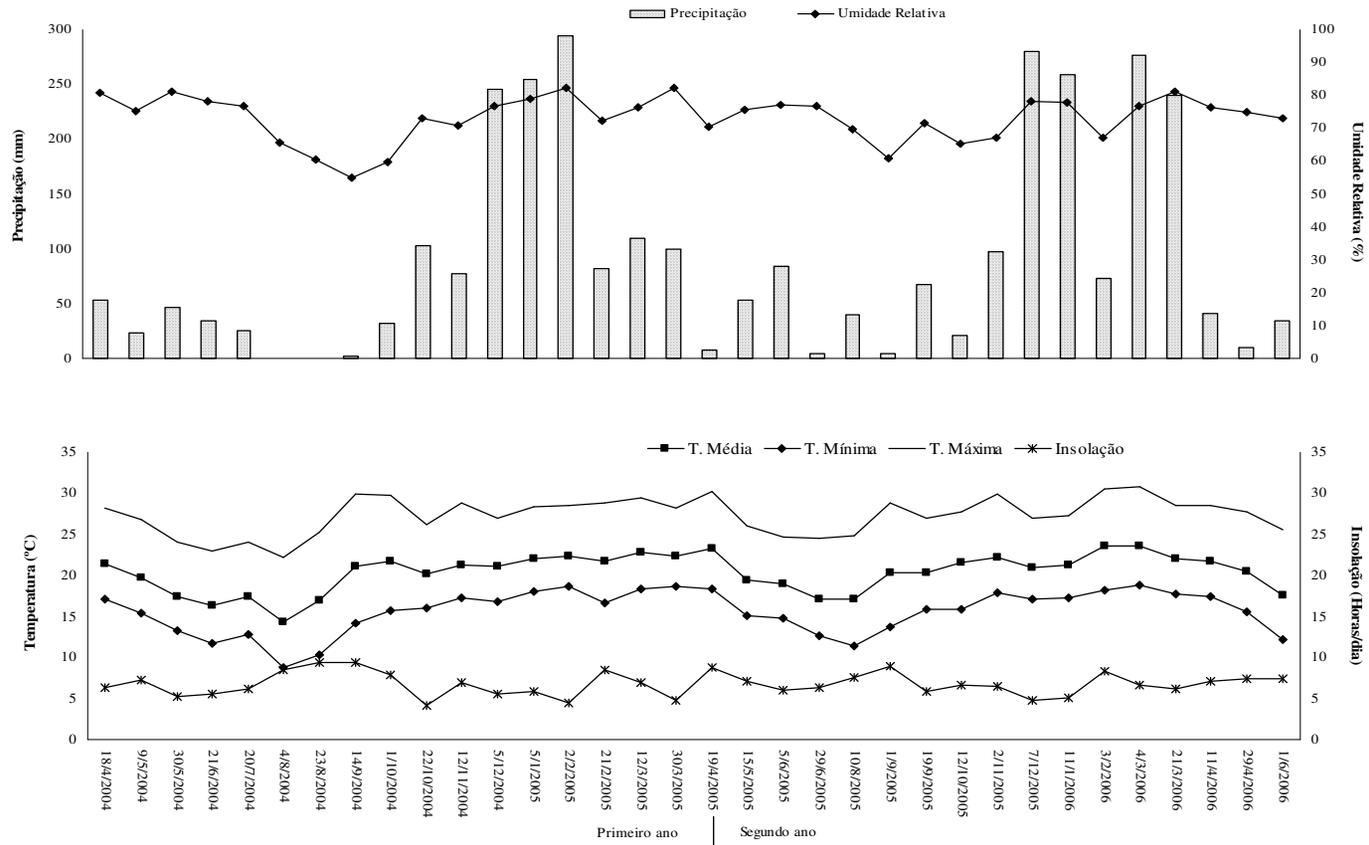


FIGURA 14 Média das variáveis climatológicas entre avaliações, no período de abril de 2004 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Na avaliação seguinte, no 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. Com exceção da testemunha, as demais lâminas apresentaram, conforme o gráfico de incidência média, índices superiores a 12%, sendo o máximo de 23% ocorrido na lâmina de 100% ECA. Assim como no primeiro ano, esses índices elevados da doença devem-se à ocorrência de temperaturas médias de 21°C e ao aumento da umidade relativa do ar para 78%, como resultado de maiores precipitações (Figura 14). Essas condições ambientais, como discutido anteriormente, foram favoráveis à germinação dos esporos e à penetração da *Cercospora coffeicola* no hospedeiro.

Observa-se também que, a partir do dia 11/01/2006, houve tendência de aumento da incidência da doença, à medida que as avaliações aproximavam-se da época de colheita da lavoura. Assim sendo, foram registrados, na última avaliação, do dia 1º/06/2006, de acordo com o gráfico de incidência média, valores acima de 20%, para todas as lâminas de irrigação.

Durante todo o período de avaliação da cercosporiose, os valores menos elevados da doença ocorreram com maior frequência no tratamento não irrigado (testemunha). De modo contrário, a lâmina de 100% ECA foi a que apresentou maior frequência de índices mais elevados da cercosporiose do cafeeiro (Figura 13).

4.5 Safra 2004/2005

4.5.1 AACPD para incidência

Não houve, na safra 2004/2005, interação significativa entre lâminas de irrigação e faces da planta. Entretanto, os fatores lâminas de irrigação e face da planta influenciaram significativamente ($P < 0,05$) a área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI).

Houve diferença significativa quanto à face da planta, tendo ocorrido maior progresso da doença no lado norte (Figura 15). Segundo Lopes-Duque & Fernandez-Borrero (1969), a cercosporiose é importante em lavouras estabelecidas sob excessiva insolação.

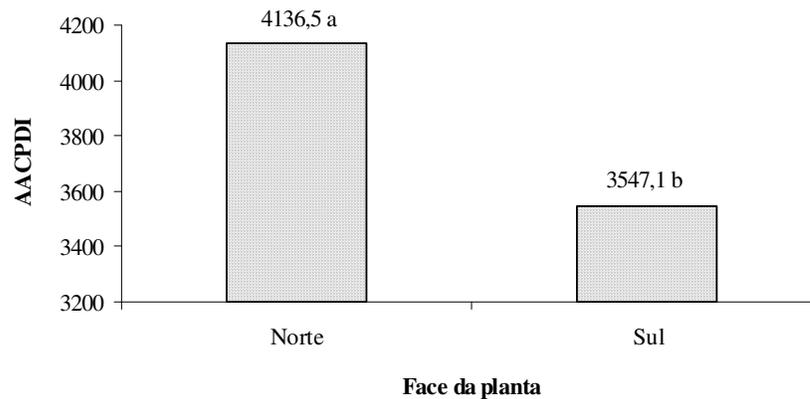


FIGURA 15 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da cercosporiose em folhas de cafeeiros sobre a face da planta, período de agosto de 2004 a junho de 2005. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Esse resultado, favorecido pelo caminhar do sol na direção leste-oeste, localizado na área de ensaio do experimento, foi justificável, devido à maior exposição de luz solar. Como consequência dessa maior exposição da luz solar para a face das plantas voltadas ao norte, principalmente entre os meses de maio e julho (Figura 1 b), em que foi registrada maior incidência da cercosporiose do cafeeiro, ocorre a ativação da toxina cercosporina, produzida pelo fungo. Essa toxina provoca na planta produção de etileno acima do normal, sendo este precursor de outro hormônio, o ácido abscísico, que provoca a abscisão precoce das folhas (Valência, 1970).

A AACPDI da cercosporiose, nas folhas do cafeeiro, tenderam a aumentar com o aumento da lâmina de água aplicada até o tratamento de 100% ECA, ocorrendo, em seguida, decréscimo nas lâminas de 120% e 140% ECA (Figura 16).

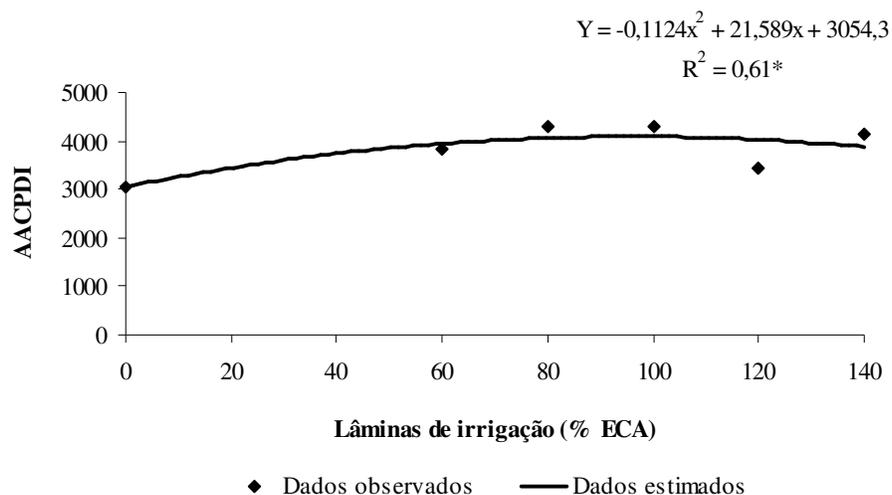


FIGURA 16 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da cercosporiose em folhas de cafeeiros sob diferentes lâminas de irrigação, período de agosto de 2004 a junho de 2005. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Os resultados obtidos estão de acordo com Juliatti et al. (1998), em Araguari, no Triângulo Mineiro. Os autores observaram maior intensidade da doença nos tratamentos que receberam irrigação por pivô central (lâmina única de 100 mm/mês), em comparação aos sistemas localizados (gotejamento e tripa). Com isso, concluíram que o comportamento do patossistema ocorreu devido ao maior período de molhamento foliar resultar em um significativo incremento da umidade do ar, formando, assim, um microclima favorável ao progresso da doença. Assim, a irrigação por aspersão pode ter favorecido diferentes etapas do

ciclo de vida do patógeno, contribuindo para a sua explosão no campo (Vale et al., 2004), principalmente em benefício da germinação dos esporos do patógeno.

A lâmina de água aplicada também pode ter promovido a precipitação, no solo, de esporos suspensos no ar, presentes, principalmente, entre as fileiras de plantas, ocasionada pelo impacto da gota da água de irrigação, diminuindo assim a quantidade de inóculo.

Exatamente o contrário foi observado no sistema de irrigação por gotejamento. Segundo Talamini (1999), Boldini (2001), Santos (2002) e Miranda (2004), houve redução nos índices da doença com aumento da lâmina de água aplicada. Segundo os autores, isso ocorreu devido à alta umidade do solo tornar os nutrientes mais disponíveis às plantas, facilitando sua absorção, podendo ter dificultado a suscetibilidade do hospedeiro à infecção do patógeno. Porém, em menores lâminas, ou até mesmo na ausência da irrigação, ocorreu maior incidência da doença. Nunes et al. (2006), em cafeeiro irrigado por gotejamento, no cerrado mineiro, também observaram tendência de menor incidência da doença quanto maiores as lâminas de água aplicada. A menor incidência da doença ocorreu na maior lâmina de irrigação (145% ECA), enquanto que a maior incidência foi observada no tratamento não irrigado.

4.6 Safra 2005/2006

4.6.1 AACPD para incidência

Na safra 2005/2006, também não houve interação significativa entre lâminas de irrigação e faces da planta para AACPD. Porém, houve influência significativa ($P>0,05$), isoladamente, para o fator lâmina de irrigação. Diferente do primeiro ano de avaliação, não houve diferença significativa da incidência da cercosporiose quanto à face da planta.

Houve influência significativa entre a incidência da doença e lâminas de irrigação, embora com coeficiente de determinação menor que 0,3. A AACPD para incidência nas folhas do cafeeiro tendeu a aumentar com o aumento da lâmina de água aplicada até o tratamento de 100% ECA, ocorrendo, em seguida, decréscimo nas lâminas de 120% e 140% ECA (Figura 17).

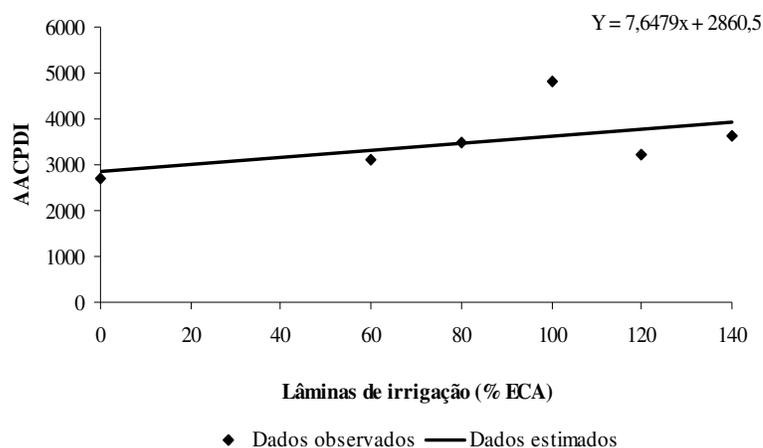


FIGURA 17 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPD) da cercosporiose em folhas de cafeeiros sob diferentes lâminas de irrigação, período de agosto de 2005 a junho de 2006. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Observa-se que, com exceção da lâmina de 100% ECA, houve índices mais elevados de AACPD na safra 2004/2005, em relação à safra 2005/2006. Para os dois anos de avaliação, houve aumento linear do índice da doença com o aumento da lâmina de irrigação, até o tratamento de 100% ECA. Entretanto, esse comportamento não foi verificado para as lâminas de 120% e 140% ECA, nos quais houve redução da doença. O maior progresso da cercosporiose na lâmina de 100% ECA, para as duas safras, pode estar relacionado à maior carga

pendente acumulada (Figura 18), deixando as plantas mais suscetíveis à infecção do patógeno pelo desequilíbrio nutricional.

É importante enfatizar o fato de a lâmina de 140% ECA apresentar, nas duas safras, maiores índices de doença em relação à lâmina de 120% ECA. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de a primeira lâmina possuir maior capacidade de dispersão de inóculo do fungo, entre folhas de mesmas plantas, em relação à segunda. De forma análoga às chuvas, importante agente de disseminação de doenças na lavoura (Terrones, 1984), essa dispersão pode ter sido ocasionada por respingos, resultantes do impacto da gota da água de irrigação nas folhas das plantas (Zambolim et al., 1997).

4.7 Produtividade

Não houve diferença estatística entre as diferentes lâminas de irrigação, assim como para os tratamentos irrigados e os não irrigados, para a safra 2004/2005, a safra 2005/2006 e a safra acumulada 2004/2006 (Figura 18).

Lima et al. (2006) avaliaram, durante cinco safras, a produtividade do cafeeiro, irrigado via pivô central, no mesmo local. Segundo os autores, a lâmina de 60% ECA possuiu respaldo histórico de melhor média de produtividade, com 45,12 sacas.ha⁻¹ano⁻¹. Os mesmos autores ainda citaram a necessidade de avaliar a produtividade do cafeeiro durante 5 anos, para se obter conclusões a respeito dessa variável.

Assim sendo, justifica-se o fato de não haver diferença estatística entre as lâminas de irrigação estudadas e entre os tratamentos irrigados e não irrigados, para as duas safras avaliadas no presente experimento.

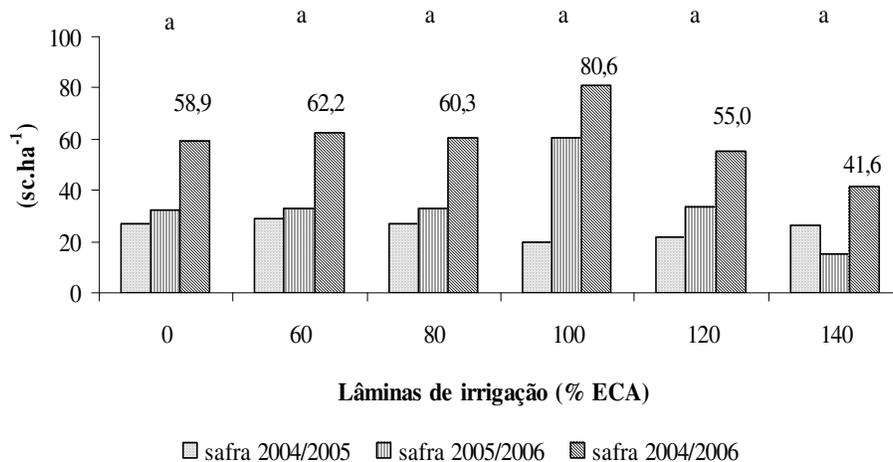


FIGURA 18 Produtividade (sc.ha^{-1}) safra 2004/2005, safra 2005/2006 e produtividade acumulada safra 2004/2006, conforme respectivos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Com base nos resultados discutidos, pode-se observar que a irrigação por aspersão, tipo pivô central, afetou de forma expressiva o progresso das doenças na lavoura. Houve alteração do patossistema da cultura, resultante da modificação do microclima da parte aérea das plantas, que favoreceu a incidência e a severidade da ferrugem e a incidência da cercosporiose do cafeeiro.

5 CONCLUSÕES

A incidência e a severidade da ferrugem e a incidência da cercosporiose são influenciadas por diferentes lâminas de irrigação, tipo aspersão, sob pivô central.

Houve um pico de incidência e de severidade da ferrugem no mês de agosto, com maior ocorrência da doença entre os meses de julho e agosto, para os dois anos, nas condições deste experimento.

Ocorreram dois picos de incidência da cercosporiose, um no mês de março e outro em junho, com maior incidência da doença no mês de junho, para os dois anos avaliados. Houve maior incidência da doença entre os meses de maio e julho.

A maior AACPD para incidência da ferrugem ocorreu no tratamento não irrigado e a menor na lâmina de 140% ECA. A maior AACPD para severidade ocorreu na lâmina de 80% ECA e a menor na lâmina de 140% ECA, ambas para safra 2004/2005.

A maior AACPD para incidência de cercosporiose ocorreu na lâmina de 100% ECA e a menor no tratamento não irrigado (safra 2004/2005). Entre os tratamentos irrigados, a lâmina 120% ECA apresentou menor AACPD.

A maior AACPD para incidência e severidade da ferrugem ocorreu na face sul da planta, para os dois anos avaliados.

A maior AACPD para incidência da cercosporiose ocorreu na face norte da planta (safra 2004/2005).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.S. de. **Resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. em cafeeiros descendentes do híbrido de Timor.** 1988. 68p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2007. 520 p.

AGRIOS, G.N. **Plant pathology.** 5.ed. London: Academic, 2005. 922 p.

BOCK, R. Seasonal periodicity leaf rust and factor the severity of outbreaks in Kenya colny. **Transactions British Mycological Society**, London, v.45, n.3, p.289-300, 1962.

BOLDINI, J.M. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado e fertirrigado.** 2001. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas 1961-1990.** Brasília, 1992. 84p.

CAMARGO, A.P. de. O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 25-47, jun. 1985.

CARVALHO, E.A.M. **Progresso da ferrugem (*H. vastatrix*) em diferentes sistemas de irrigação.** 1998. 32p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Uberlândia, MG.

CARVALHO, V.L. de; CHALFOUN, S.M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p.27-35, 1998.

CARVALHO, V.L. de; CHALFOUN, S.M. **Doenças do cafeeiro: diagnose e controle.** Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 44p.

CASTRO NETO, P.; VILELA, E. de A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 59-62, 1986.

CHALFOUN, S.M. **Doenças do cafeeiro: importância, identificação e métodos de controle.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 96p.

CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.L. de. Controle da ferrugem: a importância da época de execução., Lavras: EPAMIG, 1999. (EPAMIG. Circular Técnico,104).

CHALFOUN, S.M.; ZAMBOLIM, L. Ferrugem do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.42-46, jun.1985.

COELHO, G. **Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e custo de produção do cafeeiro “Catuaí” na região de Lavras – MG.** 2005. 107p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

FARIA, M.A.; REZENDE, F.C. **Irrigação na cafeicultura.** Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1997. 110p. (Especialização Lato Sensu).

FARIA, M.F.; VILLELE, SILVA, M. de L.O.; GUIMARÃES, P.T.G.; SILVA, E.L. da. Influência das lâminas de irrigação na maturação e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) – 2 a Colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4., 2001, Araguari, MG. **Resumos...** Uberlândia, MG: UFU/DEAGO, 2001. p.11-14.

FERNÁNDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A.M.; DUQUE, S.L. Efecto de la fertilizacion em la incidência de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) em frutos de café. **Cenicafé**, Caldas, Colômbia, v.17, n.1, p.5-16, 1966.

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, MG: UFScar, 2000. p.255-258.

GARCIA JÚNIOR, B. **Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica*) em função de doses de potássio e cálcio em solução nutritiva.** 2002. 59p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GOMES, N.M.; CHALFOUN, S.M.; MARTINS, C.P.; VILELA, L.A.A. 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, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.222-224.

GOPAL, N.H. Some physiological factors to be considered for stabilization of arabica coffee production in South India. **Indian Coffee**, Bangalore, v.38, n.8, p.217-221, Aug. 1974.

JULIATTI, F.C.; MOREIRA, J.C.; MENDONÇA, F.C.; SANTOS, C.M. dos. Incidência e severidade da ferrugem em lavoura cafeeira conduzida sob diferentes sistemas de irrigação e lâminas d' água. In: CONGRESSO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ/MINASPLAN, 2000a. v.2, p.211-214.

JULIATTI, F.C.; PEIXOTO, A.S.; SANTOS, C.M. dos; TEODORO, R.E.F. Incidência e severidade da *Cercospora* sp. em café irrigado de Araguari-MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ/MINASPLAN, 2000b. v.2, p.223-225.

JULIATTTI, F.C.; SILVA, S.A.; JULIATTI, F.C. Problemas fitossanitários em culturas sob pivô central no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado fitossanitário: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa, MG: UFV. Departamento de Fitopatologia, 2001. p.205-256.

JULIATTI, F.C.; SILVA, A. da; PEIXOTO, A.S.; MOREIRA, J.C.; SANTOS, C.M. Incidência de *Cercospora coffeicola* no café irrigado de Araguari-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas, MG. **Resumos...** Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ, 1998. p.212-213.

KUCHALAPPA, A.C.; CHAVES, G.M. Na analysis of the development of coffe rust in the fiel. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.95-113, 1980.

- LIMA, L.A.; SILVA, A.C. da; GOMES, N.M.; CUSTÓDIO, A.A. de P.; OLIVEIRA, S. de. Efeito da irrigação sobre a produtividade do cafeeiro nas cinco primeiras safras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006. CD ROM.
- LÓPES-DUQUE, S.; FERNÁNDEZ-BORRERO, O. Epidemiologia de la mancha de hierro del cafeto (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cook.). **Cenicafé**, Caldas, Colômbia, p.3-19, 1969.
- MANSK, Z. Doenças do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16., 1990, Espírito Santo do Pinhal, ES. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAPA, 1990. p.61-77.
- MANTOVANI, E.C. A irrigação do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, MG: UFV. Departamento de Fitopatologia, 2000. p.263-291.
- MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320p.
- MATIELLO, J.B.; ABREU, R.G.; ANDRADE, I.P.R. **A cultura do café no Brasil**. Rio de Janeiro: IBG/GERCA, 1974., 262p.
- MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J. **Plantio e formação da lavoura cafeeira**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 42p.
- MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; MANSK, Z.; ALMEIDA, S.R. Observações sobre os efeitos de três níveis de produção na incidência e controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977. p.220-222.
- MIGUEL, A.E.; FRANCO, C.M.; MATIELLO, J.B.; NETO, K.A. Influência do “déficit” hídrico em diferentes épocas após a floração no desenvolvimento de frutos de café. **Cafeicultura Moderna**, Rio de Janeiro, n.1, p.17-18, 1988.
- MIRANDA, J.C. **Intensidade de doenças foliares na cafeicultura fertirrigada**. 2004. 52p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NUNES, V.V.; BONFIM NETO, H.; MANTOVANI, E.C.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, L.C.; SOUZA, A.F. de.; VICENTE, M.R. Incidência e severidade da cercosporiose em cafeeiros irrigados por gotejamento sobre diferentes lâminas de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 8., 2006, Araguari. **Resumos...** Araguari: MAPA, 2006. p.89-93.

NUNES, V.V.; BONFIM NETO, H.; MANTOVANI, E.C.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, L.C.; SOUZA, A.F.de.; VICENTE, M.R. Efeito das lâminas de irrigação na incidência e severidade da ferrugem do cafeeiros irrigado por gotejamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 8., 2006, Araguari. **Resumos...** Araguari: MAPA, 2006. p.94-97.

PEIXOTO JÚNIOR., W.L. **Progresso da incidência e severidade da ferrugem e produtividade do cafeeiro em diferentes sistemas e lâminas de irrigação.** 2002. 34p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

POZZA, A.A.A. **Influência da nutrição nitrogenada e potássica na intensidade da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) em mudas de cafeeiro.** 1999. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RAYNER, R.W. Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). **Annual of Applied Biology**, v.49, p.493-505, 1961.

ROTEM, J.; PALTI, J. Irrigation and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**. Palo Alto, Califórnia, v.6, p.267-288, 1969.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café.** Campinas: Arbore, 1996. 146p.

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, MG.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewingresistance in Knox wheat. **Phytopathology**, v.67, p.1051-1056, 1977.

SIDDIQI, M.A. Incidence, development and symptoms of *Cercospora* disease of coffee in Malawi. **Transactions British Mycological Society**. London, v. 54, n.3, p.415-421, 1970.

SILVA-ACUÑA, R. **Fatores que influenciam o progresso da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk.&Br.)**. 1985. 91p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; GONZALEZ-MOLINA, E. del C. Estratégias de controle químico da ferrugem em cafeeiros sombreados na Venezuela. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.377-383, 1994.

SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; CRUZ, C.D.; VALE, F.X.R. Estudo epidemiológico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) utilizando a análise de trilha. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.425-430, 1998.

SOARES, A.R. **Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2001. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TALAMINI, V. **Progresso da ferrugem e da cercospora do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e fertirrigado por gotejamento**. 1999. 89p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TERRONES, T.A.H. **Avaliação de modelo de previsão da ferrugem do cafeeiro para determinar épocas de aplicação de fungicida**. 1984. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; COSTA, L. C.; LIBERATO, J. R.; DIAS, A. P. da S.; Influência do clima no desenvolvimento de doenças de plantas. In: VALE, F. X. R. do; JESUS. JUNIOR, W. C. de; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p.49-87.

VALENCIA, A.G. Estúdio fisiológico de la defoliacion causada por *Cercospora coffeicola* em el cafeto. **Cenicafé**, Caldas, Colômbia, v.21, n.3, p.105-114, 1970.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 449p.

ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M. C. P.; CHAVES, G. M. Principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.131, p.64-75, 1985.

ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F. X.; ZAMBOLIM, E.M. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* e *C. canephora*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.165-180.

ZAMBOLIM, L.; do VALE, F.X.R.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café: controle doenças. Doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F.X.R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa, MG: UFV. Departamento de Fitopatologia, 1997. v.1, p.83-140.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A Resultados Analíticos, safra 2004/2005, análise química do solo.....	64
TABELA 2A Resultados Analíticos, safra 2005/2006, análise química do solo.....	65

TABELA 1A Resultados Analíticos, safra 2004/2005, análise química do solo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Departamento de Ciência do Solo
Laboratório de Análise de Solo
 Caixa Postal 37, 37200-000 Lavras - MG
 Tel: (35) 3829-1264 Fax: (35) 3829-1251 analises@ufla.br

LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

REGISTRO Nº: 1441 ENTRADA: 04/08/2005 SAÍDA: 20/02/2008
 CLIENTE: ANSELMO CUSTODIO
 ENDEREÇO:
 BAIRRO: CIDADE: LAVRAS - MG CEP: 37200-000
 TEL: FAX: VALOR:
 IDENTIFICAÇÃO:UFLA - DEG MUNICÍPIO: LAVRAS - MG

RESULTADOS ANALÍTICOS

Ref. Lab.	Referência do Cliente	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	
		H ₂ O	mg/dm ³			cmol _c /dm ³			
8810	01 - CAFÉ IRRIGADO (PIVÔ)	5,1	-	3,7	42	1,8	0,8	0,2	4,5

Ref. Lab.	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cmol _c /dm ³			%	dag/kg	mg/L	mg/dm ³							
8810	2,7	2,9	7,2	37,6	7	-	3,7	6,5	-	-	-	-	-	-

pH em água, KCl e CaCl - Relação 1:2,5
 P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1
 Ca - Mg - Al - Extrator: KCl 1N
 H + Al - Extrator: SMP
 B - Extrator água quente
 S - Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético
 SB = Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
 CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0
 V = Índice de Saturação de Bases
 m = Índice de Saturação de Alumínio
 ISNa - Índice de Saturação de Sódio
 Mat. Org. (MO) - Oxidação: $\frac{1}{2} \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 4\text{N} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 + 2\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}^+$
 P-rem = Fósforo Remanescente

Assinatura
 Responsável Técnico

João Batista Corrêa
 Eng. Agr. - MSc.
 CREA 15885/D - 4.ª Região



TABELA 2A Resultados Analíticos, safra 2005/2006, análise química do solo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Departamento de Ciência do Solo
Laboratório de Análise de Solo
 Caixa Postal 37, 37200-000 Lavras - MG
 Tel: (35) 3829-1264 Fax: (35) 3829-1251 analises@ufla.br

LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

REGISTRO Nº: 2049 ENTRADA: 04/09/2006 SAÍDA: 20/02/2008
 CLIENTE: LUIZ LIMA - ANTONIO CARLOS
 ENDEREÇO:
 BAIRRO: CIDADE: LAVRAS - MG CEP: 37200-000
 TEL: FAX: VALOR: R\$ 22,00
 IDENTIFICAÇÃO: DEG MUNICÍPIO: LAVRAS - MG

RESULTADOS ANALÍTICOS

Ref. Lab.	Referência do Cliente	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	
		H ₂ O	mg/dm ³		cmol _c /dm ³				
9728	Amostra 1	5,3	-	4,6	115	2,4	1,6	0,0	4,5

Ref. Lab.	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cmol _c /dm ³			%		dag/kg	mg/L	mg/dm ³						
9728	4,3	4,3	8,8	48,8	0	-	3,4	4,9	2,7	29,3	19,2	7,0	0,1	-

pH em água, KCl e CaCl - Relação 1:2,5
 P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1
 Ca - Mg - Al - Extrator: KCl 1N
 H + Al - Extrator: SMP
 B - Extrator água quente
 S - Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético
 SB = Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
 CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0
 V = Índice de Saturação de Bases
 m = Índice de Saturação de Alumínio
 ISNa - Índice de Saturação de Sódio
 Mat. Org. (MO) - Oxidação: $\frac{1}{2} \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 4\text{N} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{N}$
 P-rem = Fósforo Remanescente

João Batista Corrêa
 Responsável Técnico

João Batista Corrêa
 Eng.º Agr.º - MSc.
 CREA 15885/D - 4.ª Região



TABELA 1B. Resumo da análise de variância do desdobramento de lâminas de irrigação dentro de cada nível de face da planta para a área abaixo da curva de progresso da ferrugem para incidência, no período entre agosto/2004 e junho/2005.....	68
TABELA 2B. Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da ferrugem para severidade, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2004 e junho/2005.....	68
TABELA 3B. Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da ferrugem para incidência, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2005 e junho/2006.....	69
TABELA 4B. Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da ferrugem para severidade, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2005 e junho/2006.....	69
TABELA 5B. Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da cercosporiose para incidência, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2004 e junho/2005.....	70
TABELA 6B. Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da cercosporiose para incidência, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2005 e junho/2006.....	70
TABELA 7B. Resumo da análise de variância sobre a produtividade do cafeeiro, em função de lâminas de irrigação, na safra 2004/2005.....	71

TABELA 8B. Resumo da análise de variância sobre a produtividade do
cafeeiro, em função de lâminas de irrigação, na safra
2005/2006..... 71

TABELA 9B. Resumo da análise de variância sobre a produtividade do
cafeeiro, em função de lâminas de irrigação, na safra
acumulada 2004/2006..... 71

TABELA 1B Resumo da análise de variância do desdobramento de lâminas de irrigação dentro de cada nível de face da planta para a área abaixo da curva de progresso da ferrugem para incidência, no período entre agosto/2004 e junho/2005.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Face Sul	5	1701452,7557	10,394	0,0000*
Face Norte	5	143540,6754	0,877	0,5120 ^{NS}
Resíduo	22	163702,8318		

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{NS} não significativo.

TABELA 2B Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da ferrugem para severidade, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2004 e junho/2005.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina	5	925,0601	2,451	0,0656 ^O
Face	1	6388,3253	16,923	0,0005*
Lâmina x Face	5	633,3084	1,678	0,1818 ^{NS}
Resíduo	22	377,4934		
C.V. (%)	98,32			

^O significativo ao nível de 7% de probabilidade pelo teste F.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{NS} não significativo.

TABELA 3B Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da ferrugem para incidência, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2005 e junho/2006.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina	5	15784,4211	0,187	0,0964 ^{NS}
Face	1	1054901,2006	12,466	0,0019*
Lâmina x Face	5	21957,5046	0,259	0,9303 ^{NS}
Resíduo	22	84620,5113		
C.V. (%)	114,18			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{NS} não significativo.

TABELA 4B Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da ferrugem para severidade, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2005 e junho/2006.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina	5	61,2672	0,253	0,9340 ^{NS}
Face	1	3924,1245	16,175	0,0006*
Lâmina x Face	5	79,4016	0,327	0,8911 ^{NS}
Resíduo	22	242,6004		
C.V. (%)	113,38			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{NS} não significativo.

TABELA 5B Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da cercosporiose para incidência, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2004 e junho/2005.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina	5	1533031,0886	5,162	0,0028*
Face	1	3126192,9335	10,525	0,0037*
Lâmina x Face	5	310661,3052	1,046	0,4161 ^{NS}
Resíduo	22	297012,2894		
C.V. (%)	14,19			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{NS} não significativo.

TABELA 6B Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da cercosporiose para incidência, em função de lâminas de irrigação e de face da planta e da interação entre ambos, no período entre agosto/2005 e junho/2006.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina	5	3125743,7595	3,167	0,0265*
Face	1	713672,3968	0,723	0,4043 ^{NS}
Lâmina x Face	5	277019,8195	0,281	0,9187 ^{NS}
Resíduo	22	987022,4659		
C.V. (%)	28,40			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{NS} não significativo.

TABELA 7B Resumo da análise de variância sobre a produtividade do cafeeiro, em função de lâminas de irrigação, na safra 2004/2005.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina	5	39,7803	0,2670	0,9209 ^{NS}
Resíduo	10	148,8597		
C.V. (%)	48,52			

^{NS} não significativo.

TABELA 8B Resumo da análise de variância sobre a produtividade do cafeeiro, em função de lâminas de irrigação, na safra 2005/2006.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina	5	646,9643	1,4120	0,2999 ^{NS}
Resíduo	10	458,3319		
C.V. (%)	61,75			

^{NS} não significativo.

TABELA 9B Resumo da análise de variância sobre a produtividade do cafeeiro, em função de lâminas de irrigação, na safra acumulada 2004/2006.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina	5	477,1555	1,8590	0,1890 ^{NS}
Resíduo	10	256,7222		
C.V. (%)	26,80			

^{NS} não significativo.