

**PROGRESSO DA FERRUGEM E DA  
CERCOSPORIOSE DO CAFEIEIRO (*Coffea  
arabica* L.) IRRIGADO E FERTIRRIGADO POR  
GOTEJAMENTO**

**VIVIANE TALAMINI**

47011

MEU 32987

VIVIANE TALAMINI

**PROGRESSO DA FERRUGEM) E DA CERCOSPORIOSE DO  
CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) IRRIGADO E FERTIRRIGADO POR  
GOTEJAMENTO**

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. Paulo Estevão de Souza

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BR.  
1999

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

Talamini, Viviane

Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)  
irrigado e fertirrigado por gotejamento / Viviane Talamini. – Lavras : UFLA, 1999.  
89 p. : il.

Orientador: Paulo Estevão de Souza.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Ferrugem. 2. Cercosporiose. 3. Epidemiologia. 4. Café. 5. Irrigação. 6.  
Fertirrigação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7387  
-633.739425

**VIVIANE TALAMINI**

**PROGRESSO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE DO  
CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) IRRIGADO E FERTIRRIGADO POR  
GOTEJAMENTO**

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 13 de abril de 1999

Prof. Edson Ampélio Pozza	UFLA
Prof. Ricardo Magela de Souza	UFLA
Prof. Antônio Marciano da Silva	UFLA
Pesq. Sára Maria Chalfoun	EPAMIG



Prof. Dr. Paulo Estevão de Souza  
Departamento de Fitopatologia/UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

## **Ofereço e dedico**

**Aos meus queridos pais José e Zilma**

**Aos meus irmãos José, Josie, Gilnei (in memorian), Volni e Roberto**

**Aos meus sobrinhos Guilherme, Gabriela, Aline, Lucas e Felipe**

**Ao Frederico**

**Aos demais familiares e amigos**

**Pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Fitopatologia, ao Departamento de Engenharia e a todas as pessoas que auxiliaram na realização deste trabalho.

Ao Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (Capes ) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Paulo Estevão de Souza e Edson Ampélio Pozza, pela orientação, amizade e apoio prestados no decorrer deste trabalho.

Aos membros da banca: Sára Maria Chalfoun, Antônio Marciano da Silva e Ricardo Magela de Souza, pelas valiosas sugestões e contribuições para o enriquecimento deste trabalho.

Aos docentes do Departamento de Fitopatologia, pela contribuição a minha formação e ensinamentos recebidos.

A todos os colegas de curso, que partilharam dos momentos bons e também dos momentos difíceis desta etapa de minha vida.

Ao colega José Marcos, pelo auxílio na coleta das folhas de café.

A Maria Emília, ao Vagner, ao Jarlisson e ao Leonardo, pelas informações fundamentais para realização deste trabalho.

A Nilza pela ajuda e amizade prestadas , e a Linda pelo auxílio na preparação do abstract.

Ao amigo e companheiro Frederico, pelo incentivo nos momentos em que tudo parecia difícil, pelo carinho, ajuda, compreensão e pelos momentos felizes.

Finalmente aos meus queridos pais José e Zilma, aos meus irmãos Volnei, Josie, Gilnei (in memorian), Volni e Roberto, ao meu cunhado Zigomar e minhas cunhadas Lia, Simone e Ivete que sempre apoiaram minhas escolhas.

## **BIOGRAFIA**

**Viviane Talamini, filha de José Antunes Talamini e Zilma Raithz Talamini, nasceu em Vacaria, no Estado do Rio Grande do Sul, em 28 de Janeiro de 1975.**

**Concluiu o curso primário na Escola Padre Efren no ano de 1988, e o curso científico na Escola Estadual Prof. José Fernandes de Oliveira em 1991, na cidade de Vacaria – RS.**

**Em 1992, ingressou na Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC na cidade de Lages – SC, onde obteve o Título de Engenheiro Agrônomo no ano de 1996.**

**Em março de 1997 iniciou o curso de Mestrado em Fitopatologia na Universidade Federal de Lavras – MG, sob a orientação do Prof. Paulo Estevão de Souza e Co-orientação do Prof. Edson Ampélio Pozza.**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPITULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 O cafeeiro ( <i>Coffea arabica</i> L.).....	3
2.2 Irrigação.....	4
2.3 Doenças do cafeeiro.....	6
2.3.1 Ferrugem do cafeeiro ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br.).....	8
2.3.2 Cercosporiose do cafeeiro ( <i>Cercospora coffeicola</i> Berk. & Cooke)....	11
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
CAPÍTULO 2: Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro ( <i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes lâminas de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação.....	20
1 RESUMO.....	21
2 ABSTRACT.....	22
3 INTRODUÇÃO.....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 Área experimental.....	25
4.2 Delineamento experimental.....	25
4.3 Irrigação.....	25
4.4 Fertirrigação.....	26
4.5 Adubações foliares.....	29
4.6 Correlação das doenças com os dados climáticos.....	30
4.7 Avaliação da ferrugem e da cercosporiose.....	30

4.8 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.1 Ferrugem do cafeeiro.....	34
5.2 Cercosporiose do cafeeiro.....	38
6 CONCLUSÕES.....	46
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
CAPÍTULO 3: Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro ( <i>Coffea arabica</i> L.) irrigado e fertirrigado por gotejamento.....	50
1 RESUMO.....	51
2 ABSTRACT.....	52
3 INTRODUÇÃO.....	53
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
4.1 Área experimental.....	55
4.2 Delineamento experimental.....	55
4.3 Irrigação.....	56
4.4 Fertirrigação.....	57
4.5 Adubações foliares.....	61
4.6 Correlação das doenças com os dados climáticos.....	61
4.7 Avaliação da ferrugem e da cercosporiose.....	61
4.8 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).....	62
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
5.1 Ferrugem do cafeeiro.....	64
5.2 Cercosporiose do cafeeiro.....	70
6 CONCLUSÕES.....	80
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	85

## RESUMO

**TALAMINI, Viviane. Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e fertirrigado por gotejamento. Lavras: UFLA, 1999. 89 p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)\***

Condições de manejo como a irrigação e fertirrigação podem afetar a intensidade das doenças devido a alterarem o estado nutricional e o microclima da cultura. Objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o efeito da irrigação e da fertirrigação na incidência da ferrugem e da cercosporiose em plantas de café de um ano e 12 anos de cultivo, analisar a curva de progresso dessas doenças e sua correlação com as variáveis climáticas. No cafeeiro com 1 ano, cultivar Acaia Cerrado MG 1474, as avaliações de incidência foram realizadas em intervalos de 14 dias, observando-se 8 folhas por planta durante o período de 13 de fevereiro de 1998 a 12 de fevereiro de 1999. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco níveis de lâminas nas parcelas ( 0, 40, 60, 80, e 100% da evaporação do tanque Classe “A” - ECA), as parcelas foram divididas em 3 subparcelas que receberam 3 parcelamentos diferentes na adubação (3, 6, 9 parcelamentos). Realizou-se o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) a qual foi submetida à análise de variância e análise de regressão. Para a ferrugem do cafeeiro, não houve diferença significativa entre os tratamentos, a curva de progresso mostrou baixa incidência da doença em todos os tratamentos e não houve correlação significativa entre os tratamentos de lâmina 0, 60, 100%, da ECA com as variáveis climáticas, para o tratamento 80% ECA obteve-se correlação com a precipitação (1% de probabilidade). Para a cercosporiose, nas menores lâminas de irrigação, observou-se maior incidência da doença. As curvas de progresso da cercosporiose mostraram incidências máximas nos meses de maio a julho. Houve correlação significativa entre a incidência da doença e as variáveis climáticas na maioria dos tratamentos, com exceção da umidade relativa do ar. No cafeeiro, cultivar “Catuai”, com 12 anos de cultivo, avaliações de incidência da ferrugem e da cercosporiose foram realizadas em intervalos de 14 dias, observando-se 6 folhas por planta durante o período de 21 de março de 1998 a 6 de fevereiro de 1999. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos de diferentes

---

\* Comitê Orientador: Paulo Estevão de Souza - UFLA (Orientador) e Edson Ampélio Pozza - UFLA.

parcelamentos de adubação (1: 12 aplicações manuais, 2:12 aplicações via fertirrigação, 3: 24 aplicações fertirrigado, 4: 36 aplicações fertirrigado). As parcelas foram divididas em 5 subparcelas que receberam tratamentos de diferentes épocas de início de irrigação (subparcelas A: 1º de junho, B: 15 de julho, C: 1º de setembro) e testemunhas (subparcelas D: adubado em 4 vezes e não irrigado, E: manejo convencional, não irrigado). Calculou-se a AACPD procedendo-se a análise de variância e teste de médias. Para a ferrugem do cafeeiro, nenhum tratamento foi significativo, as curvas de progresso mostraram incidências máximas nos meses de julho a setembro. Houve correlação significativa a 1% de probabilidade entre todos os tratamentos e variáveis climáticas com exceção da temperatura máxima. Para a cercosporiose, foram significativos a 1% de probabilidade os tratamentos atribuídos às parcelas e os tratamentos das subparcelas, porém não foi significativa a interação entre ambos. Observou-se, nas parcelas, maior AACPD para os tratamentos 2 e 4; nas subparcelas a testemunha E apresentou maior AACPD, seguida pela testemunha D. As curvas de progresso da doença mostraram incidências máximas nos meses de maio a julho. Houve correlação significativa da incidência da cercosporiose na maioria dos tratamentos com relação as variáveis climáticas.

## ABSTRACT

TALAMINI, Viviane. Progress of rust and brown eye spot on the coffee tree (*Coffea arabica* L.) irrigated and fertirrigated by dripping. Lavras: UFLA, 1999. 89 p. (Dissertation – Master Program in Phytopathology)\*

Management conditions such as irrigation and fertirrigation can affect the intensity of the diseases due to altering the nutritional status and microclimate of the crop. It was aimed with this work to evaluate the effect of irrigation and fertirrigation on the incidence of the rust and brown eye spot on coffee plants of one year of age and 12 years cropping, analyze the progress curve of those diseases and its correlation with the climatic variables. On the one year old coffee tree, cultivar Acaia Cerrado MG 1474, the incidence evaluations were performed at 14 day intervals by observing 8 leaves per plant during the period from February 13, 1998 to February 12, 1999. The experimental design was the one of randomized blocks with five levels of water height in the plots (0, 40, 60, 80, and 100% of the evaporation of the Class "A" tank - ECA), the plots were divided into three subplots which received 3 splittings in the fertilization (3, 6, 9 splittings). The calculation of the area under the disease progress curve (AUDPC) was accomplished, which was submitted to both variance analysis and regression analysis. To coffee tree rust, there was no significant difference among the treatments, the progress curves did not show poor incidence of the disease in every treatment and there was not significant correlation among the water height treatments 0, 60, 100%, of the ECA with the climatic variables, to the 80% ECA treatment, correlation with rainfall (1% of probability) was obtained. To brown eye spot in the lowest irrigation levels, greatest incidence of the disease was found. The progress curves of brown eye spot presented maximum incidences in the months of May to July. There was significant correlation between the incidence of the disease and the climatic variables in most of the treatments, excepting the air relative humidity. On the coffee tree, cultivar Catuai, of 12 years cropping, incidence evaluations of rust and brown spot eye were done at 14 day intervals, by observing 6 leaves per plant over the period of March 21, 1998 to February 6, 1999. The experimental design was the one of randomized blocks, with four treatments of different splittings of

---

\* Guidance Committee: Paulo Estevão de Souza - UFLA (Major Professor) and Edson Ampélio Pozza - UFLA

fertilization (1: 12 hand applications, 2:12 applications via fertirrigation, 3: 24 fertirrigated applications, 4: 36 fertirrigated applications), the plots were divided into 5 subplots which were given treatments of different times of early irrigation (subplots A: June 1, B: July 15, C: September 1), and checks (subplots D: fertilized in four times and non-irrigated, E: conventional management, non-irrigated). AUDPC was calculated by performing variance analysis and test of means. To coffee rust, no treatment was significant, the progress curves showed maximum incidence in the months of July to September. There was significant correlation at 1% of probability among all the treatments and climatic variables excepting the maximum temperature. To brown eye spot the treatments ascribed to the plots and the treatments of the subplots were significant, but the interaction between both was not significant. Greatest AUDPC was noticed for treatments 2 and 4, in the subplot, check E presented greatest AUDPC, followed by check D. The progress curves of the disease showed maximum incidences in the months of May to July. There was significant correlation of the incidence of brown eye spot in most of the treatments concerning the climatic variables.

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO GERAL

O entendimento epidemiológico das interações patógeno, hospedeiro e ambiente é fundamental para o manejo das doenças de plantas. Assim, o conhecimento dos fatores que influenciam o desenvolvimento das doenças é de suma importância para obtenção de êxito no manejo.

A maior intensidade das doenças está intimamente ligada ao ambiente, manejo e resistência do cultivar. Com relação ao ambiente, a pluviosidade, a temperatura e a umidade do ar afetam tanto a incidência quanto a severidade das doenças. As condições de manejo, como a irrigação e a fertirrigação, também podem afetar a intensidade das doenças, devido a alterar o estado nutricional da planta e conseqüentemente o microclima da cultura.

A cultura do café é suscetível a um grande número de doenças, as quais podem causar diversos níveis de perdas. No Brasil, dentre as doenças de maior importância destacam-se, em função das perdas, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.), a cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke) e outras, chamadas secundárias, como mancha de phoma (*Phoma costaricensis* Echandi), mancha de ascochyta (*Ascochyta coffea* P. Henn), rizoctoniose (*Rhizoctonia solani* Kuhn), seca dos ponteiros (complexo de doenças) e a mancha aureolada (*Pseudomonas syringae* pv. *Garcae*), que em certas condições também causam sérios prejuízos a lavoura (Mansk, 1990; Zambolim *et al.*, 1997).

Em determinadas regiões do Brasil, onde ocorre déficit hídrico para a cultura do café, por exemplo, no Triângulo Mineiro, a irrigação torna-se uma prática necessária. Alguns estudos têm demonstrado que mesmo com pluviosidade ideal, a irrigação aumenta de forma substancial a produtividade do café, entretanto afeta o estado nutricional e o microclima da cultura. Devido a

esse fato, altera-se o progresso, no espaço e no tempo, das doenças do cafeeiro, que podem assumir proporções catastróficas em épocas atípicas à sua ocorrência.

Atualmente, devido à maior competição no mercado interno e externo, além da elevação dos custos de produção, há a necessidade de se eliminar quaisquer fontes de perdas. Para se adotar medidas eficientes de manejo das doenças do cafeeiro, torna-se necessário conhecer a ocorrência, a incidência e a severidade das mesmas e sua correlação com os fatores climáticos. Poucos estudos têm sido desenvolvidos no Brasil e no mundo sobre as epidemias do cafeeiro irrigado e fertirrigado. Justifica-se, portanto, mais pesquisas para o desenvolvimento científico nesta área.

Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da irrigação e da fertirrigação na incidência da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiros de um ano e doze anos de cultivo, analisar a curva de progresso dessas doenças e sua correlação com variáveis climáticas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

O cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) é a espécie mais importante do gênero *Coffea* e predomina nos cultivos do Brasil. É uma planta tropical de altitude, adaptada a clima úmido e temperaturas amenas, condições que prevalecem nos altiplanos da Etiópia, região considerada de origem da espécie (Matiello, Abreu e Andrade, 1974).

O Brasil tem se destacado como maior produtor mundial de café e juntamente com a Colômbia, detém mais de 40% da produção mundial (FAO, 1996). O café é um dos principais produtos da pauta de exportação brasileira com 5,86% da exportação total do país no ano de 1997, gerando empregos e renda nacional (Ribeiro *et al.*, 1998).

No Brasil, estima-se que entre 1994 e 1998 foram plantadas mais de 4 bilhões de covas (70 a 100 mil hectares). Além do aumento da área plantada, houve extraordinária melhora no manejo dos cafezais existentes, visando incrementar a produtividade. Em 1997, a produção brasileira foi de 19 milhões de sacas, com crescimento de 63% em 98, quando os cafeicultores colheram aproximadamente 30 milhões de sacas de café (Agrianual, 1999).

Segundo maior consumidor mundial de café, os brasileiros consomem, anualmente, cerca de 12 milhões de sacas entre bebida, alimentos, cosméticos e outros derivados. Em termos de geração de recursos, é responsável pelo ingresso de 2,5 bilhões de dólares anualmente no país (Zambolim *et al.*, 1997).

O Centro-sul é a principal região cafeeira do país. Os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná somam mais de 90 % da produção nacional de café. O Estado de Minas Gerais destaca-se como o maior produtor de café do Brasil, com cerca de 45 a 50% da produção nacional (FAO, 1996;

Anuário Estatístico do Brasil, 1996; Ribeiro *et al.*, 1998). A principal e mais tradicional região cafeeira do Estado é o sul de Minas, com aproximadamente 50% da produção estadual e 34 % da produção brasileira de café (Mendes e Guimarães, 1997a; Ribeiro *et al.*, 1998).

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. Plantas de café arábica não se adaptam a temperaturas médias maiores que 23°C ou menores que 18°C (Matiello, Abreu e Andrade, 1974; Camargo, 1985).

Regiões com quantidades de chuva acima de 1200 milímetros por ano possuem condições satisfatórias do ponto de vista hídrico para permitir a exploração comercial da cultura. Áreas com deficiência hídrica entre 150 e 200 milímetros são consideradas aptas para o cafeeiro arábica com irrigação obrigatória e acima deste limite são consideradas inaptas ao plantio do cafeeiro (Mendes e Guimarães, 1997b).

## **2.2 Irrigação**

Nas regiões onde as chuvas são escassas ou mal distribuídas, a irrigação assume fundamental importância para o cultivo de muitas espécies vegetais. A irrigação por si só, seja por aspersão, gotejamento ou por sulco, não determinará o aumento da incidência ou da severidade das doenças, mas sim o microclima criado pelo sistema, intensidade e frequência de irrigação, o qual interage com o tipo de solo, fatores relacionados ao manejo da cultura, variedade plantada, seu porte, espaçamento entre outros (Ribeiro do Vale e Zambolim, 1996).

Segundo Campbell e Madden (1990), a irrigação pode influenciar as condições de crescimento das plantas. Em certos casos, pode conferir ao hospedeiro maior resistência devido ao aumento do seu vigor. No entanto, o

microclima proporcionado pode favorecer o aumento na taxa de progresso de epidemias (Rotem e Palti, 1969; Zadoks e Schein, 1979).

Quando utiliza-se o sistema de irrigação de forma localizada, como o gotejamento, em se tratando de patógenos de solo, o teor de umidade do solo afeta simultaneamente a suscetibilidade do hospedeiro e a virulência do patógeno. No caso de doenças foliares, os efeitos da umidade no solo são limitados ao hospedeiro por meio do surgimento de brotações e órgãos suscetíveis a doenças, extensão do período de crescimento para épocas nas quais outros fatores, além da umidade, deixam o hospedeiro suscetível e efeito na turgidez dos órgãos do hospedeiro (Rotem & Palti, 1969).

A turgidez das folhas favorece a infecção de muitos hospedeiros por fungos e bactérias. Entre os patógenos fúngicos, *Cercospora musae* em banana e o *Colletotrichum lindemuthianum* em feijão mostraram-se favorecidos pela alta turgidez. A alta turgidez das folhas tende a manter os estômatos abertos, o que facilita a penetração dos patógenos (Rotem e Palti, 1969).

Indicada somente em casos de real necessidade, a irrigação do café precisa ser vista como uma tecnologia de ponta, fator diferencial em algumas regiões, como por exemplo o cerrado mineiro, onde a irrigação é essencial para obtenção de produtividade econômica. No entanto, guardadas todas as vantagens e importância da irrigação, este tipo de investimento não descarta as demais exigências e cuidados de que os cafezais precisam para um bom desenvolvimento, como um bom manejo do solo, adubação e monitoramento das doenças de maneira correta, para obtenção de êxito no controle (Café..., 1998).

Deficiências e desequilíbrios nutricionais afetam a quantidade das doenças nos cafezais. Algumas vezes, as deficiências nutricionais podem ser provocadas por falta de umidade no solo (Fernandez-Borrero, Mestre e Lopez-Duque, 1966; Siddiqi, 1970; Santos *et al.*, 1985; Godoy, Bergamim Filho e Salgado, 1997)

Resultados de pesquisa em lavouras cafeeiras com sistemas de irrigação comercializados no país (gotejamento, tripas, pivô-central, etc.) são raros (Santinato *et al.*, 1989a). No entanto, a adoção da irrigação para a cultura do café tem sido bem aceita pelos produtores devido ao aumento substancial da produtividade e por proporcionar a aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Estudos sugerem que a fertirrigação é o modo de adubar indicado para o fornecimento de nitrogênio e potássio ao cafeeiro irrigado por gotejamento (Santinato *et al.*, 1989b).

Resta saber os verdadeiros efeitos da irrigação e/ou fertirrigação no ambiente, principalmente no microclima da cultura e nas doenças, que, em virtude destas modificações, podem apresentar comportamento diferenciado.

### 2.3 Doenças do cafeeiro

O parque cafeeiro do Brasil é constituído por cerca de quatro bilhões de plantas suscetíveis a diferentes patógenos, tais como fungos, bactérias e vírus. As doenças como ferrugem, cercosporiose, mancha de phoma, mancha de ascochyta, seca dos ponteiros e mancha aureolada são consideradas as mais importantes. Entretanto, a maior ou menor severidade destas doenças está ligada a diversos fatores relacionados ao ambiente (vento, umidade, precipitação entre outros), ao patógeno, ao hospedeiro, ao solo (tipo, pH e nutrientes) (Zambolim *et al.*, 1997; Godoy, Bergamin Filho e Salgado, 1997).

Dentro do conceito atual de controle de doenças, busca-se um processo contínuo de manejo com base no princípio de manter as doenças abaixo do nível de perda, por meio de alternativas disponíveis, sem causar prejuízos ao meio ambiente. Para empregar o manejo de doenças corretamente, torna-se necessário o conhecimento de vários fatores ligados ao patógeno, ao hospedeiro e ao ambiente, fatores estes que atuam juntos ou isoladamente e favoreçam ou inibam o desenvolvimento da doença (Carvalho e Chalfoun, 1998).

Portanto, como os cultivares comerciais de café recomendados para plantio são suscetíveis e na maioria dos casos os patógenos estão presentes, o ambiente e os fatores que predispõem as doenças são os mais importantes a serem considerados no controle das doenças do cafeeiro, em qualquer sistema de plantio, adensado ou não (Zambolim *et al.*, 1997).

As doenças do cafeeiro afetam principalmente as folhas, os frutos e os ramos da planta. A ferrugem e a cercosporiose ocorrem com maior intensidade no período chuvoso, que na região Centro-sul, vai de outubro a abril/maio. Já as doenças como a mancha de phoma/ascoschyta e a mancha aureolada são associadas a quedas de temperatura e à umidade elevada, que ocorrem com maior frequência nos meses de maio a novembro. Deste modo, o cafeeiro está sujeito à ocorrência de doenças o ano todo (Matiello e Almeida, 1997).

No campo, os fitopatógenos não ocorrem isoladamente, especialmente nos trópicos. Apesar disso, pouco esforço foi dedicado à abordagem sinecológica ou ao estudo de patossistemas múltiplos (Bergamin Filho *et al.*, 1996). Lamourox *et al.* (1995), monitoraram o progresso das três principais doenças do cafeeiro em vários locais de Nova Caledônia, ou seja, a ferrugem, a cercosporiose e a antracnose (*Colletotrichum coffeanum* Noack), observaram, então, que houve correlação significativa entre as doenças e o ambiente. Os mesmos ainda verificaram grande diversidade na distribuição espacial e na incidência das doenças, dependendo das condições ambientais de cada local.

A caracterização da intensidade da doença no tempo é de fundamental importância em epidemiologia para descrever e entender a dinâmica da doença, bem como para avaliação de tratamentos. A quantificação típica é feita analisando a curva de progresso, que é uma seqüência ordenada de valores de doença no decorrer do tempo (Vanderplank, 1963; Campbell e Madden, 1990; Kushalappa e Cruz Filho, 1993; Madden e Hughes, 1995; Bergamin Filho e Amorim, 1996).

A curva de progresso da doença é a melhor representação da epidemia, porque caracteriza as interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente, além de permitir avaliação de estratégias de controle, previsão de níveis futuros de doença e a quantificação da doença no campo por meio do cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (Kranz, 1974; Bergamin Filho, 1995).

### **2.3.1 Ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)**

No Brasil, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) foi constatada pela primeira vez no estado da Bahia, em 1970. Ocorre em todas as regiões do mundo onde a cultura é explorada. Em países como o Ceilão, Índia e Java, foi catastrófica. No Brasil, as perdas podem atingir, em média, 35% a 40% da produção (Ribeiro do Vale e Zambolim, 1996). Diversos pesquisadores salientaram a importância do conhecimento dos fatores biológicos e climáticos, que governam o desenvolvimento da ferrugem, como base de seu controle (Miguel, Matielo e Almeida, 1975; Terrones, 1984).

O patógeno infecta as folhas do cafeeiro e causa manchas cloróticas translúcidas com um a três milímetros de diâmetro. Na face inferior, desenvolvem-se massas pulverulentas de coloração amarelo-alaranjada, formadas pelos uredosporos do fungo. Ocorre a desfolha prematura, redução na área fotossinteticamente ativa com conseqüente morte dos ramos laterais, afetando o florescimento, o pegamento dos frutos e a produção no ano seguinte, com redução de 30%, em média, na produção (Chalfoun e Zambolim, 1985; Zambolim, Martins e Chaves, 1985; Godoy, Bergamim Filho e Salgado, 1997).

Dentre as condições ambientais ideais para o desenvolvimento da doença, destacam-se temperaturas na faixa de 20 a 24°C com presença de água para a germinação dos esporos, chuvas freqüentes e sombreamento, espaçamentos mais fechados, adubação e tratos culturais inadequados (Matiello, 1991). A carga pendente é de suma importância no controle da ferrugem. A

maior incidência é relacionada às lavouras com alta carga pendente (Silva-Acuña, 1985, Carvalho, 1991). Zambolim, Martins e Chaves (1985) sugerem ser este fato responsável por um desequilíbrio de nutrientes nas folhas, com consequente migração desses nutrientes para os frutos, tornando os cafeeiros mais suscetíveis à doença.

Um ponto importante para o início da epidemia de ferrugem nos cafezais é a alta densidade de hospedeiros suscetíveis. Nas grandes áreas, ou mesmo em regiões com plantio de variedades suscetíveis, como o “Catuai”, o desenvolvimento da doença é favorecido, pois o potencial de inóculo será maior e a disseminação será facilitada entre as lavouras (Chalfoun, 1997; Carvalho e Chalfoun, 1998).

Para o monitoramento da ferrugem do cafeeiro, recomenda-se coletar cinco a dez folhas por planta do terceiro ou quarto par no terço médio da planta. Deve-se contar o número de folhas com ferrugem e calcular a incidência. A incidência mostra o progresso da doença na lavoura (Carvalho e Chalfoun, 1998). O terço médio de cada planta é o indicado para a coleta das amostras, nessa posição, em geral, ocorre a maior incidência do fungo (Lima, 1979).

Bock (1962), em trabalhos sobre a epidemiologia da ferrugem do cafeeiro, sugere que os fatores ambientais mais importantes, depois da temperatura, que condicionam a ocorrência dessa doença são: distribuição e intensidade de chuvas, quantidade de inóculo residual existente no fim da estação seca e grau de enfolhamento da árvore no transcorrer da estação chuvosa.

Quanto à chuva, vários autores demonstraram seu relevante papel na disseminação e germinação dos esporos de *H. vastatrix*. Nutman (1960), Bock (1962), Roberts (1963) e Terrones (1984) chegaram à conclusão de que a chuva constitui o principal agente de disseminação da doença na lavoura.

Oseguera (1980) estudou, em condições de campo, a periodicidade estacional do desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro e sua correlação com fatores biológicos e climáticos, no município de Ponte Nova, MG. A intensidade da doença foi relativamente baixa de setembro a dezembro, e atingiu níveis máximos durante março, abril e maio.

Kushalappa e Chaves (1980) analisaram o progresso da ferrugem do cafeeiro no campo, em Viçosa-MG, no período de outubro de 1977 a setembro de 1978. A intensidade da ferrugem, estimada pela proporção de folhas com sintomas, número de pústulas por folha e porcentagem de área foliar lesionada, foi baixa em novembro e alta em janeiro e março.

Souza (1980), estudando a incidência da ferrugem em duas regiões distintas do Estado de Minas Gerais (Alfenas e Jacutinga no Sul de Minas e Ponte Nova na Zona da Mata), nos anos de 1973 a 1978, concluiu que incidências máximas ocorreram nos meses de maio a julho no Sul de Minas e maio/junho na Zona da Mata.

Akutsu (1981) estudou a curva de progresso da doença durante dois anos, 1978/1979 e 1979/1980, em Ponte Nova-MG. Para os dois anos, a incidência foi baixa no início da epidemia, setembro/dezembro, e começou a aumentar em meados de janeiro, atingindo a incidência máxima em meados de maio e março, para os anos de 1978/1979 e 1979/1980, respectivamente.

Em estudos desenvolvidos por Silva-Acuña *et al.* (1998) sobre a epidemiologia da ferrugem do café do cerrado, em Patrocínio-MG, analisando a incidência de folhas infectadas, observou-se que a doença atingiu seu ponto máximo na terceira semana de junho para o ano de 1992, e na última semana de maio para os anos de 1993 e 1994. O comportamento sazonal da doença foi similar nos três anos agrícolas. A partir de janeiro, houve aumento gradativo na taxa de progresso da doença, atingindo o ponto de máxima entre maio e junho. Após a colheita dos frutos, houve um ponto de inflexão da curva, atingindo o

valor mínimo entre outubro e dezembro e, a partir deste último, reiniciando o ciclo.

O mesmo estudo, realizado em Teixeira, Zona da Mata de Minas Gerais, mostrou, para o ano de 1992, o ponto máximo da doença na última semana de junho. Em 1993, ocorreram baixos níveis da doença durante o ano, atingindo o ponto máximo com 2% de folhas na primeira semana de maio. Para 1994, a sazonalidade da doença apresentou ponto máximo na segunda semana de junho. Nesse estudo, para os anos de 1992 e 1994 a flutuação sazonal da doença em Teixeira teve praticamente o mesmo padrão (Silva-Acuña, 1996)

Em trabalho desenvolvido por Carvalho *et al.* (1998) no ano agrícola de 1997/1998, sobre o impacto de diferentes sistemas de irrigação e lâminas de água na evolução da ferrugem do cafeeiro, observou-se que as parcelas irrigadas por gotejamento obtiveram menor incidência. A maior incidência da ferrugem ocorreu nos meses de julho a agosto, com ponto máximo em julho, e na área irrigada com pivô central, a ferrugem apresentou comportamento cíclico, provavelmente devido ao maior período de molhamento foliar e a mudanças no padrão vegetativo das plantas.

### **2.3.2 Cercosporiose do cafeeiro (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke)**

A cercosporiose é uma das doenças mais antigas do cafeeiro, tanto na América do Sul quanto na Central. No Brasil, as primeiras referências da sua ocorrência foram por volta de 1887. Hoje encontra-se disseminada por todas as regiões cafeeiras do Brasil e do mundo. No campo, quando ocorre alta intensidade da doença, podem ocorrer perdas de até 30% na produção, principalmente em lavouras com nutrição deficiente e/ou desequilibrada. Em lavouras expostas ao sol no período da tarde e formadas em solos argilosos, arenosos ou compactados, a doença é mais severa (Matiello, 1991; Zambolim *et al.* 1997; Carvalho e Chalfoun, 1998).

As condições ideais para a ocorrência da doença são alta umidade relativa e temperaturas entre 10 e 25°C (Zambolim *et al.*, 1997). O período de maior incidência da cercosporiose no campo vai de janeiro a abril (Matiello, 1991). A doença incide em folhas e frutos em desenvolvimento. Os maiores prejuízos ocorrem em mudas e plantios novos, principalmente em regiões com deficiência hídrica, ventos frios e condições adversas (Carvalho e Chalfoun, 1998).

Os sintomas da doença constituem-se de pequenas manchas circulares, de coloração marrom escura, tendo no centro uma lesão cinza claro, com anel arroxeadado ou amarelado em volta. As folhas com sintomas caem rapidamente, ocorrendo desfolha e seca dos ramos. Nos frutos, as lesões aparecem no início da formação, e quando não provocam queda, permanecem até o amadurecimento, ficando o pergaminho aderido à semente, prejudicando o desenvolvimento normal dos frutos com reflexos negativos sobre a produtividade e a qualidade do produto final (Zambolim, Martins e Chaves, 1985; Chalfoun, 1997; Godoy, Bergamim e Salgado, 1997).

As principais causas da ocorrência da cercosporiose são a deficiência nutricional (por formação de mudas em substratos pobres), excesso de insolação e queda na temperatura. No campo, os plantios efetuados tardiamente, com falta de água e com nutrição inadequada, favorecem a incidência da doença, portanto, a cercosporiose constitui-se em doença de grande importância para a lavoura cafeeira em áreas com déficit hídrico. Nessas áreas, a associação do déficit com a má absorção de nutrientes condiciona acentuada intensidade da doença (Echandi, 1959; Siddiqi, 1970; Fernandez-Borrero, e Lopez-Duque, 1971; Santos *et al.*, 1985; Fernandes, 1988).

Observações efetuadas por Echandi (1959) em plantações de café ao sol indicaram que quando ocorreu período seco prolongado no transcorrer de uma estação chuvosa, a doença provocou grandes perdas. Os efeitos da cercosporiose

foram mais evidentes em solos com pouca capacidade de reter a umidade, indicando que as condições de déficit hídrico favoreceram o desenvolvimento do fungo e provocaram grande aumento na taxa de progresso da doença em curto espaço de tempo. Esse mesmo autor observou ainda, que o número e tamanho de lesões foliares desenvolvidas em plantas irrigadas foi menor do que as lesões encontradas em plantas desprovidas de irrigação ou que receberam menor quantidade de água.

Em estudos sobre o efeito de fatores do ambiente e da concentração de inóculo sobre a cercosporiose do cafeeiro, Fernandes (1988) concluiu que a intensidade da doença está relacionada com o estado nutricional das mudas de café e que a doença é mais intensa em plantas nutricionalmente deficientes. O mesmo autor concluiu, ainda, que a quantificação da cercosporiose pode ser feita por meio da incidência, variável mais fácil de ser avaliada do que a severidade.

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, sendo que a máxima ocorrência da doença ocorreu no final do período das chuvas, em abril/maio para agosto (Siddiqi, 1970).

Juliatti *et al.* (1998) estudaram a incidência da cercosporiose no café irrigado de Araguari, no Triângulo Mineiro, e observaram que o sistema de irrigação por gotejamento e tripa não influenciou a incidência da doença em relação às diferentes lâminas utilizadas. Entretanto apresentaram menor incidência da cercosporiose em relação às áreas irrigadas com pivô central. A maior incidência da doença ocorreu entre maio e fim de julho.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL, 1999. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 521p.
- AKUTSU, M. Relações de funções climáticas e bióticas com a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Viçosa:UFV, 1981. 67p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, v. 56, 1996.
- BERGAMIN FILHO, A.; Avaliação de danos e perdas. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. eds. Manual de Fitopatologia. 3 ed., São Paulo: Agronômica. Ceres,. v.1, p.672-690, 1995.
- BERGAMIN FILHO A.; AMORIM, L.; Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996, 289p.
- BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D.B.; AMORIM, L.; GODOY, C.V.; BERGER, R.D. Avaliação de danos causados por doenças de plantas. Revisão Anual de Patologia de Plantas. Passo Fundo, v.3, p.133-184, 1996.
- BOCK, R. Seasonal peridiocity leaf rust and factor the severity of outbreaks in Kenya colony. Transactions British Mycological Society, London, v.45, n.3, p.289-300, 1962.
- CAFÉ: sem dúvida a bebida mais popular do mundo. Unesp Rural, Jaboticabal, v.2, n.8, p.17-28, 1998.
- CAMARGO, A.P. de. O clima e a cafeicultura no Brasil. Informe Agropecuário , Belo horizonte, v.11, n.126, p.25-47, jun.1985.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New york: J. Wiley, 1990, 532p.
- CARVALHO, V.L. de. Influência de níveis de produção sobre a evolução da ferrugem e a composição química das folhas do cafeeiro. Lavras: UFLA, 1991, 85p. (Dissertação- Mestrado em Fitossanidade).

- CARVALHO, A.M.; JULIATTI, F.C.; POZZA, E.A.; MOREIRA, J.C.; PEIXOTO, A.S.; SANTOS, CM dos. Impacto de diferentes sistemas de irrigação e lâminas d'água na evolução da ferrugem do cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 31, 1998, Fortaleza. *Fitopatologia Brasileira*. Brasília, v.23, ago. 1998.p. 232. Suplemento.
- 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.
- CHALFOUN, S.M. **Doenças do cafeeiro: importância, identificação e métodos de controle.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997, 96p.
- CHALFOUN, S.M.; ZAMBOLIM, L. Ferrugem do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.42-46, jun. 1985.
- 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, abr-jun. 1959.
- FAO – Yearbook production. Roma, v.50, 1996, 172p.
- FERNANDES, C.D. Efeito de fatores do ambiente e da concentração de inóculo sobre a cercosporiose do cafeeiro. Viçosa:UFV, 1988, 73p. (Dissertação: Mestrado em fitopatologia).
- FERNANDEZ-BORRERO, O.; LOPEZ-DUQUE, S. Fertilizacion de plantulas de café e su relacion com la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*, Berk & Cooke). Cenicafe, Caldas, Colômbia, v.22, n.4, p.95-108, out. 1971.
- FERNANDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A.M.; LOPEZ-DUQUE, S. Efecto de la fertilizacion en la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en frutos de café. Cenicafe, Caldas, Colômbia, v.7, n.1. p.5-16, jan-mar. 1966.
- GODOY, C.V., BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C.L. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: KIMATI, H. *Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas e seu controle*. 3 ed, São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.184-200, 1997.

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 CAFEIRAS, 24, Poços de Caldas, Trabalhos apresentados Rio de Janeiro, p.212-213, 1998.

KRANZ, J. Comparison of epidemics. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, Califórnia, v.12, p.355-374, 1974.

KUSHALAPPA, A.C.; CHAVES, G.M. An analysis of the development of coffee rust in the field. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.5, n.1, p.95-113, fev. 1980.

KUSHALAPPA, A.C; CRUZ FILHO, J. da. *Epidemiologia Viçosa: Imprensa Universitária*.1993, 11p.

LAMOUREUX, N.; PELLEGRIN, F.; NANDRIS, D.; KOHLER, F. The *Coffea arabica* fungal pathosystem in New Caledonia: Interactions at two different spatial scales. *Journal Phytopathology*, Berlim, v.143, p.403-413, 1995.

LIMA, P.C. Método de amostragem para avaliação de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.). Piracicaba: Esalq, 1979. 65p. (Dissertação – Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica).

MADDEN, L.V.; HUGHES, G. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity, and temporal analysis. *Annual Review Phytopathology*, Palo Alto, Califórnia, v.33, p.529-564, 1995.

MANSK, Z. Doenças do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16. Espírito Santo do Pinhal: Faculdade de Agronomia e Zootecnia. Resumos... Rio de Janeiro, p.61-77, 1990.

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: IBC/GERCA, 1974, 262p.

MATTIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Controle associado de doenças do cafeeiro. *Correio Agrícola*, São Paulo: Bayer SA., p.25-27, 1997.

- MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J. **Economia cafeeira: O Agribusiness.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997a, 59p.
- MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J. **Plantio e formação da lavoura cafeeira.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997b, 42p.
- MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Estudo de efeitos de doses e épocas de aplicação do fungicida sistêmico Triadimefon em aplicações isoladas e associadas com fungicida cúprico no controle da ferrugem do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 13, Curitiba. Resumos..., Rio de Janeiro, p.30-31, 1975.
- NUTMAN, E. J. Method of uredospore dispersal of the coffee leaf rust fungus *Hemileia vastatrix*. Transactions British Mycological Society, London, v.43, n.3, p.509-515, 1960.
- OSEGUERA, S.V. Efeito de fatores biológicos e climáticos sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) do cafeeiro. Viçosa:UFV, 1980. 57p. (Dissertação: Mestrado em fitopatologia)
- RIBEIRO, M.T.F.; MAZZOMO, C.P.L.; DUARTE, L.H.; FENELON, A.N. Tradição e moderno se combinam na definição de uma nova trajetória em busca da competitividade: o caso da cadeia agroalimentar do café do Sul de Minas Gerais. Desafios e potencialidades da agricultura no Sul de Minas. Diagnósticos para discussão. Lavras: UFLA, p.1-17, 1998.
- RIBEIRO DO VALE, F.X.; ZAMBOLIM, L. Influência da temperatura e da umidade nas epidemias de doenças de plantas. Revisão Anual de patologia de plantas, Passo Fundo, v.4, p.149-207, 1996.
- ROBERTS, F. M. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk & Br. Transactions British Mycological Society, London, v.46, n.1, p.27-48, 1963.
- ROTEM, J.; PALTÍ, J. Irrigation and plant diseases. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, Califórnia, v.7, p.267-288, 1969.
- SANTINATO, R.; CAMARGO, A.P.; VERRAED, L.J.; YAMAMUSHI, C.A.; HORIO, C. Irrigação de cafezal com sistemas de tripacs (tripas plásticas e válvulas CS) em região hídrica marginal de café arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIRA, 15, Resumos... Maringá, p.198-204. 1989a.

- SANTINATO, R.; GONZAGA, A., NEVES, C.P.; SENNA, C.A.; SILVA, A.A. Modo de adubação NK no cafeeiro irrigado por gotejamento em região com déficit hídrico limitante à cultura de *Coffea arabica* – fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 15, Resumos... Maringá. p.225-227. 1989b.
- SANTOS, F.A.S.; MATIELLO, J.B., RIBEIRO, R.W.C.; SANTINATO, R. Épocas de controle da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) no estado de Pernambuco – Garanhuns. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 12, Caxambu,. Resumos... Rio de Janeiro: IBC, p.182-183, 1985.
- 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.). Viçosa: UFV, 1985. 91p. (Dissertação- Mestrado em Fitopatologia).
- SILVA-ACUNÃ, R. Epidemiologia e controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br. ) do cafeeiro (*Coffea arabica* L. ). Viçosa: UFV, 1996. (Tese – Doutorado em Fitopatologia).
- 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, dez. 1998.
- SOUZA, S.M.C. Importância da chuva e da temperatura do ar na incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) em cafeeiros, de três localidades do estado de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1980. 50p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- TERRONES, T.A.H. Avaliação de modelo de previsão da ferrugem do cafeeiro para determinar épocas de aplicação de fungicida. Viçosa:UFV, 1984. 68p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)
- VANDERPLANK, J.E. Plant disease: epidemics and control. New York: Academic Press, 1963. 344 p.

**ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. Epidemiology and plant disease management.**  
New York: Oxford University Press, 1979, 427p.

**ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M.C. del P. & CHAVES, G.M. Café. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 11, n. 131, p.64-75, nov. 1985.**

**ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças. In: RIBEIRO DO VALE, F. X.; ZAMBOLIM, L. Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa: Departamento de Fitopatologia; Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, v.2, p.83-179, 1997.**

## **CAPÍTULO 2**

### **PROGRESSO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) EM DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DIFERENTES PARCELAMENTOS DE ADUBAÇÃO**

## 1 RESUMO

TALAMINI, Viviane. Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes lâminas de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação. Lavras: UFLA, 1999. 89p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)\*

Condições de manejo como a irrigação e a fertirrigação podem afetar a intensidade das doenças devido a alterarem o estado nutricional e o microclima da cultura. Objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o efeito da irrigação e da fertirrigação na incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) e da cercosporiose (*Cercospora Coffeicola* Berk. & Cooke) em plantas de café de um ano, analisar a curva de progresso dessas doenças e sua correlação com as variáveis climáticas. Avaliações de incidência foram realizadas em intervalos de 14 dias, observando-se 8 folhas por planta durante o período de 13 de fevereiro de 1998 a 12 de fevereiro de 1999, na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras, em cultura de um ano, cultivar Acaia Cerrado MG 1474. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco níveis de lâminas nas parcelas ( 0, 40, 60, 80, e 100% da evaporação do tanque Classe "A" - ECA). As parcelas foram divididas em 3 subparcelas que receberam 3 parcelamentos na adubação nitrogenada e potássica (3, 6, 9 parcelamentos). Procedeu-se o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a qual foi submetida à análise de variância. Para a ferrugem do cafeeiro, nenhum tratamento foi significativo, a curva de progresso mostrou baixa incidência da doença em todos os tratamentos. Não houve correlação significativa entre os tratamentos de lâmina 0, 60, 100% da ECA com as variáveis climáticas, para o tratamento 80% ECA, obteve-se correlação com a precipitação (1% de probabilidade). Para a cercosporiose em menores lâminas de irrigação, observou-se maior incidência da doença. As curvas de progresso da doença mostraram incidência máxima da doença nos meses de maio a julho. Houve correlação significativa entre a incidência da doença e as variáveis climáticas, na maioria dos tratamentos, com exceção da umidade relativa do ar.

---

\* Comitê Orientador: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Orientador) e Edson Ampélio Pozza – UFLA.

## 2 ABSTRACT

TALAMINI, Viviane. Progress of rust and brown eye spot of the coffee tree (*Coffea arabica* L.) at different irrigation depths and different fertilizer splittings. Lavras: UFLA, 1999. 89 p. (Dissertation - Master Program in Phytopathology)\*

Management conditions as irrigation and fertirrigation can affect the intensity of the diseases due to altering the nutritional status and the microclimate of the culture. It was aimed with that work, to evaluate the effect of the irrigation and of the fertirrigation on the incidence of rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) and brown eye spot (*Cercospora Coffeicola* Berk. & Cooke) in plants of coffee of one year, analyze the curve of progress of those diseases and its correlation with the climatic variables. Incidence evaluations were accomplished at intervals of 14 days, 8 leaves per plant being observed during the period of February 13, 1998 to February 12, 1999 in the experimental area of the Department of Agricultural Engineering of the Federal University of Lavras in a culture of one year, cultivar Acaia MG 1474. The experimental design was the one of random blocks, with five levels of depths in the plots (0, 40, 60, 80, and 100% of the evaporation of the Class "A" tank - ECA), the plots were divided in 3 subplots that received 3 splittings in the fertilizer (3, 6, 9 splittings). The area under the disease progress curve (AUDPC) was calculated and submitted to variance analysis and regression analysis. For coffee rust, no treatment was significant. The progress curve showed low incidence of the disease in all the treatments. There was not significant correlation among the treatments of depths 0, 60, 100%, of ECA with the climatic variables, for the treatment 80% ECA, correlation with the precipitation (1% of probability) was obtained. For the cercosporiose the results showed that as the irrigation depth decreased, the incidence of the disease increased, the curves of progress of the disease showed maximum incidences of the disease in the months of May to July. There was significant correlation of the incidence of the disease in most treatments and the climatic variables, except for the relative humidity of the air.

---

\* Guidance Committee : Paulo Estevão de Souza - UFLA (Major Professor) and Edson Ampélio Pozza - UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

A irrigação de cafezais é uma prática que vem sendo testada mesmo nas regiões climatologicamente aptas ao cultivo do cafeeiro, pois aumenta de forma substancial a produtividade. Além disso, várias lavouras do Sul de Minas Gerais, região considerada apta, podem sofrer, em determinados anos, efeitos de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda de água pela cultura, promovendo a queda de produção.

Aspersão ou infiltração são os tipos mais comuns de irrigação para a cultura do café. A irrigação por infiltração pode ser feita por gotejamento. Na técnica do gotejamento, a água é distribuída de forma localizada na região próxima ao tronco do cafeeiro, sem promover molhamento foliar. O gotejamento caracteriza-se por ser um processo lento, é feito com baixa pressão, através de gotejadores com vazão variável de 1 a 10 litros por hora (Café..., 1998).

Além da irrigação fornecer água, também pode ser utilizada para fornecer nutrientes à planta de café, constituindo a fertirrigação. Santinato *et al.* (1989) afirmam que a fertirrigação é indicada para o fornecimento de nitrogênio e potássio ao cafeeiro irrigado por gotejamento. A maioria das doenças que causam prejuízos à produção do cafeeiro têm a sua intensidade influenciada pelo desequilíbrio nutricional (Fernandez-Borrero, Mestre e Lopez-Duque, 1966; Siddiqi, 1970; Santos *et al.*, 1985; Godoy, Bergamim Filho e Salgado, 1997), por isso torna-se importante observar qual o comportamento das mesmas em relação ao manejo da adubação.

Nas lavouras em fase de formação, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) não provoca perdas. O aumento na intensidade dessa doença ocorre após as primeiras produções do cafeeiro (Chalfoun, 1997). A cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) constitui um problema para a cultura do

cafeeiro, desde as mudas no viveiro até os plantios novos no campo (Chalfoun, 1997; Zambolim *et al.* 1997).

A incidência da cercosporiose é influenciada pela nutrição, fatores ambientais como excesso de insolação e baixos níveis de água no solo, o que predispõe as plantas à doença (Carvalho e Chalfoun, 1998).

Mansk (1990) observou que cafeeiros com adubação inadequada, em início de desenvolvimento e em início produção, apresentaram maior incidência de cercosporiose quando plantados em épocas atípicas, nas quais seu desenvolvimento está sujeito a períodos de estiagem que impedem a absorção adequada de nutrientes devido à escassez de água no solo.

Em cafeeiro de um ano de cultivo, irrigado e/ou fertirrigado por gotejamento, não foram encontrados trabalhos de avaliações da intensidade das doenças, porém, devido a irrigação conferir, já no início do desenvolvimento, maior porte às plantas (Gervásio, 1998) e antecipar a entrada em produção, trazendo modificações no microclima da cultura, há a necessidade de se observar o progresso das doenças nessas condições.

Objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o efeito da irrigação e da fertirrigação na incidência da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro com um ano de cultivo, analisar a curva de progresso dessas doenças e sua correlação com as variáveis climáticas no período de fevereiro de 1998 a fevereiro de 1999.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Área experimental**

Os dados foram coletados de um experimento do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, em cultura de um ano, cultivar Acaia Cerrado MG 1474, suscetível à ferrugem e à cercosporiose. As mudas foram plantadas em março de 1997, em sistema semi-adensado (0,60 x 3,00 m). O experimento está instalado a uma altitude de 918 metros, latitude sul de 21°14' longitude oeste de 45°00' em solo tipo Latossolo Roxo.

### **4.2 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco níveis de tratamentos nas parcelas (lâminas de 0, 40, 60, 80, e 100% da evaporação do tanque Classe "A"), divididas em três subparcelas e quatro repetições. As subparcelas receberam parcelamento diferenciado de adubação nitrogenada e potássica (em 3, 6 e 9 vezes).

Cada parcela constituiu de 30 plantas distribuídas em três fileiras com dez plantas cada, sendo consideradas úteis as oito plantas centrais. Cada uma das três fileiras da parcela constituiu uma subparcela. Entre os blocos, uma linha de 40 plantas formou a bordadura.

### **4.3 Irrigação**

O sistema de irrigação consistia da unidade central de controle (sistema de bombeamento, filtros de areia e tela, válvula solenóide, controlador de vazão, injetor de fertilizantes, manômetros e conexões), linha principal de tubos PVC e linhas laterais com tubo flexível de polietileno. Foram utilizados gotejadores

KATIF, com vazão nominal de 4 litros por hora, e faixa de pressão de 15 a 40 metros coluna d'água (mca), espaçados de 0,40 metros.

O manejo do sistema de irrigação foi realizado com observações da evaporação do tanque Classe "A" (ECA). Por meio da curva de retenção de água no solo, de dados de literatura e da evaporação acumulada no tanque Classe "A", fixou-se a lâmina em 45 milímetros da ECA, conforme determinado nos cálculos, como sendo o momento de irrigar. Sobre esta evaporação, foram definidos os tratamentos de lâminas das parcelas como pode ser observado na Tabela 1.

**TABELA 1. Volume aplicado e tempo de aplicação de diferentes lâminas de água em função da evaporação do tanque Classe "A" (ECA).**

Lâminas	ECA (porcentagem)	ECA (milímetros)	Volume aplicado por linha *(litros)
Lâmina 0	—	—	0,0
Lâmina 1	100	45	162,00
Lâmina 2	80	36	129,60
Lâmina 3	60	27	97,20
Lâmina 4	40	18	64,80

\* Área molhada por linha=  $3,60 \text{ m}^2$  = uma subparcela

#### 4.4 Fertirrigação

A aplicação de nitrogênio e potássio foi realizada através do sistema de irrigação em três, seis e nove parcelamentos de adubação. Nas parcelas definidas como testemunha (sem irrigação), a aplicação de nitrogênio e potássio foi realizada de acordo com o número de parcelamentos definidos para as demais parcelas, porém com distribuição manual.

Em novembro de 1997, iniciou-se a adubação/fertirrigação para o período de 1997/1998, onde definiu-se a quantidade total de adubo, pela análise química do solo, como sendo de 30g de nitrogênio mais 30g de potássio por planta. A quantidade total do adubo foi dividida de acordo com o número de parcelamentos. As fontes de nitrogênio e potássio utilizadas no experimento foram uréia e cloreto de potássio, respectivamente.

Para o período de 1997 a 1998, definiu-se um calendário para distribuição dos tratamentos de lâminas nas parcelas e parcelamentos de adubação nas subparcelas (Tabela 2).

Em outubro de 1998, iniciou-se a adubação/fertirrigação para o período de 1998/1999. A quantidade total de adubo, definida pela análise química do solo, foi de 90g de nitrogênio mais 60g de potássio por planta. Da mesma forma que para o período anterior, a quantidade total do adubo foi dividida de acordo com o número de parcelamentos. As fontes de nitrogênio e de potássio utilizadas no experimento foram as mesmas utilizadas no período anterior.

No período de 1998/1999, definiu-se um novo calendário para a distribuição dos tratamentos nas parcelas e subparcelas (Tabela 3).

TABELA 2. Datas em que as parcelas receberam tratamentos de lâminas de irrigação e as subparcelas receberam fertirrigação (ou adubação manual no caso da parcela não irrigada) para o período de 1997/1998.

Ano	Dia/Mês	Parcelas (Lâminas)	Subparcelas (Parcelamentos)
1997	07/novembro	-	3, 6 e 9
1997	18/novembro	Irrigação	-
1997	28/novembro	-	9
1997	02/dezembro	-	6
1997	03/dezembro	Irrigação	-
1997	11/dezembro	-	9
1997	21/dezembro	-	6
1998	06/janeiro	-	9
1998	13/janeiro	-	3
1998	22/janeiro	-	9
1998	25/janeiro	-	6
1998	02/fevereiro	Irrigação	-
1998	07/fevereiro	-	9
1998	14/fevereiro	Irrigação	-
1998	16/fevereiro	-	6, 9
1998	06/março	-	3, 9
1998	08/março	Irrigação	-
1998	12/março	-	6
1998	22/março	-	9
1998	11/abril	Irrigação	-
1998	22/abril	Irrigação	-
1998	12/maio	Irrigação	-
1998	26/maio	Irrigação	-
1998	15/junho	Irrigação	-
1998	30/junhol	Irrigação	-
1998	16/julho	Irrigação	-
1998	27/julho	Irrigação	-
1998	17/agosto	Irrigação	-
1998	24/agosto	Irrigação	-
1998	04/setembro	Irrigação	-
1998	11/setembro	Irrigação	-
1998	22/setembro	Irrigação	-
1998	30/setembro	Irrigação	-

**TABELA 3.** Datas em que as parcelas receberam tratamentos de lâminas de irrigação e as subparcelas receberam parcelamento na adubação por meio da fertirrigação (ou adubação manual no caso da parcela não irrigada) para o período de outubro de 1998 a janeiro de 1999.

Ano	Dia/Mês	Parcelas (Lâminas)	Subparcelas (Parcelamentos)
1998	25/outubro	-	3, 6
1998	19/novembro	-	9
1998	25/novembro	-	6
1998	05/dezembro	-	9
1998	21/dezembro	-	6, 9
1999	02/fevereiro	Irrigação	-
1999	06/janeiro	-	9
1999	11/janeiro	-	3
1999	20/janeiro	Irrigação	-
1999	22/janeiro	-	9
1999	25/janeiro	-	6

#### 4.5 Adubações foliares

Foram realizadas adubações foliares no experimento durante o período de 1998 a 1999. Para o ano de 1998, no dia 24 de julho foram utilizados 30g de sulfato de zinco, 300g de ácido bórico, 300g de cloreto de potássio, 300g de oxiclreto de cobre 50% e 30ml de espalhante adesivo, para 100 litros de água. No dia 17 de novembro, realizou-se adubação foliar à base de ácido bórico utilizando 300g para 100 litros de água. Com relação a adubações de solo, no dia 17 de novembro foram aplicadas 60 g de sulfato simples por planta. Para o ano de 1999, no dia 12 de janeiro foram aplicadas 80g de sulfato de magnésio por

planta. Quando necessário aplicaram-se herbicidas e acaricidas/inseticidas na área experimental.

No dia 31 de julho de 1998 aplicou-se tebuconazole (Folicur), fungicida sistêmico do grupo dos triazóis, utilizando 60 ml do produto para 20 litros de água.

#### **4.6 Correlação das doenças com os dados climáticos**

Coletou-se na Estação Climatológica, localizada no campus da Universidade Federal de Lavras, a uma distância de aproximadamente 600 metros do experimento e mesma altitude, os dados climáticos diários, calculando-se a média dos últimos 14 dias que antecederam as avaliações da incidência das doenças. Foram obtidos os dados das variáveis climáticas: precipitação (mm), umidade relativa do ar (%), temperatura máxima, mínima, e média (°C) para o período de fevereiro de 1998 a fevereiro de 1999. Esses dados foram correlacionados pelo método de PEARSON com a incidência das doenças em cada tratamento e transformados em representações gráficas para melhor visualização das condições climáticas no decorrer do período.

#### **4.7 Avaliação da ferrugem e da cercosporiose**

Com a finalidade de monitorar a incidência da ferrugem e da cercosporiose, realizaram-se avaliações em intervalos de 14 dias, com início no dia 13 de fevereiro de 1998 e término no dia 12 de fevereiro de 1999.

Avaliou-se a incidência dessas doenças observando-se os sintomas em 8 folhas por planta, sendo 4 de cada lado, no terço médio, ao acaso, do 3º até o 4º par de folhas, totalizando 64 folhas por subparcela e 192 folhas por parcela. Optou-se por uma amostragem não destrutiva devido às plantas possuírem poucas folhas. Para avaliar a incidência das doenças, contou-se o número de

folhas com presença de lesões e dividiu-se pelo número total de folhas avaliadas segundo a equação:

$$I (\%) = \text{NFD} / \text{NTF} * 100$$

Em que:

I (%) = Incidência em percentagem;

NFD = Número de folhas doentes;

NTF = Número total de folhas.

Os resultados referentes aos índices médios de incidência foram transformados em representações gráficas do progresso da doença durante o período de avaliação.

#### 4.8 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD)

Após as avaliações, foram plotadas as curvas de progresso da doença para a incidência. Assim, a partir das curvas de progresso da doença, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) por meio da equação proposta por Campbell e Madden (1990):

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

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;

As análises de variância foram realizadas a partir da área abaixo da curva de progresso da doença (nível de distribuição aproximadamente normal) de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_j + t_i + e(a)_{ij} + s_k + (ts)_{ik} + e(b)_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$ : porcentagem de folhas doentes do j-ésimo bloco do i-ésimo tratamento na subparcela K;

$\mu$ : média geral;

$b_j$ : efeito do j-ésimo bloco;

$t_i$ : efeito do i-ésimo tratamento primário (parcelas);

$s_k$ : efeito do k-ésimo tratamento secundário (subparcelas);

$(ts)_{ik}$ : efeito da interação do i-ésimo tratamento primário com o k-ésimo tratamento secundário;

$e(a)$ : erro no nível do tratamento primário (parcelas);

$e(b)$ : erro no nível do tratamento secundário (subparcelas).

Nas avaliações realizadas no experimento, as fontes de variação bloco e o erro "a" (referente a blocos) não foram significativos. Como não se observou diferença significativa entre blocos, reduziu-se o modelo para uma análise fatorial num arranjo inteiramente casualizado:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + s_j + (ts)_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$ : porcentagem de folhas doentes da j-ésima subparcela do i-ésimo tratamento;

$\mu$ : média geral;

$t_i$ : efeito do  $i$ -ésimo tratamento primário (parcelas);

$s_k$ : efeito do  $k$ -ésimo tratamento secundário (subparcelas);

$(ts)_{ik}$ : efeito da interação do  $i$ -ésimo tratamento primário com o  $k$ -ésimo tratamento secundário;

$e(a)$ : erro no nível do tratamento primário (parcelas);

$e(b)$ : erro no nível do tratamento secundário (subparcelas).

De acordo com os tratamentos quantitativos, foi realizada a análise de regressão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

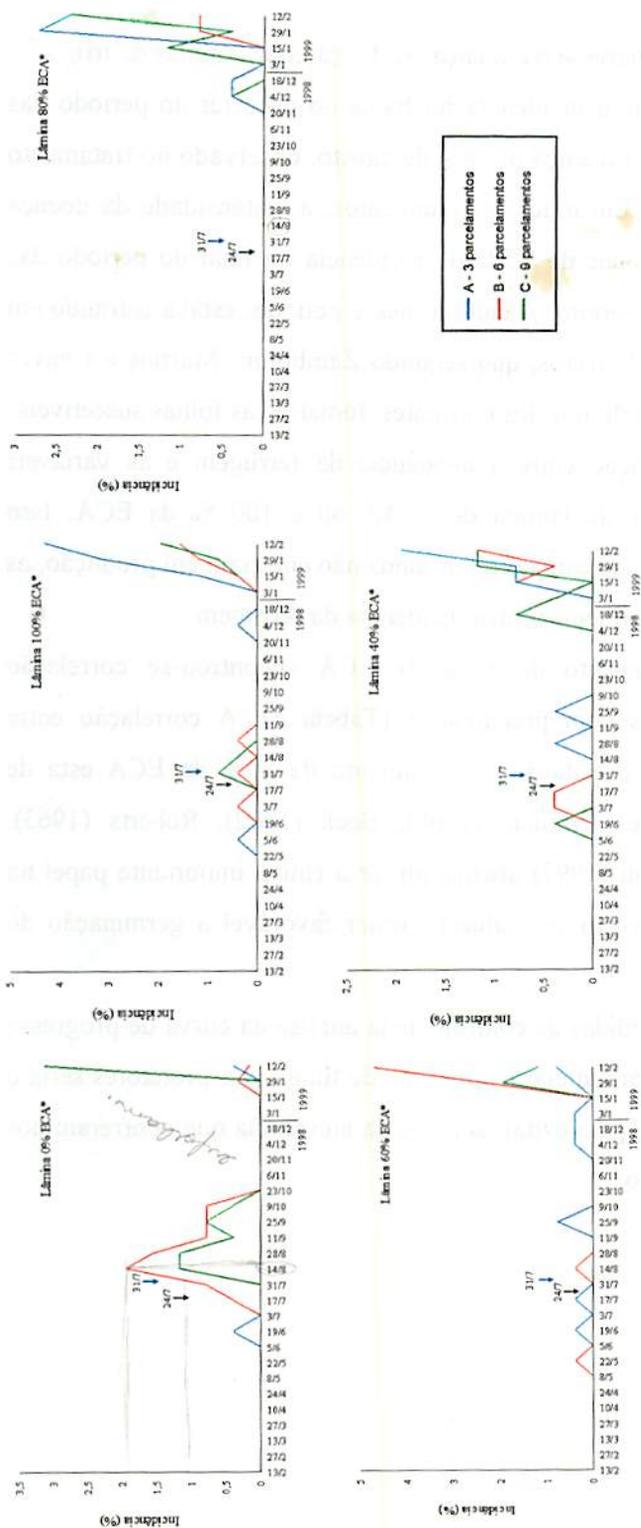
### 5.1 Ferrugem do cafeeiro

Os resultados demonstram que as lâminas de irrigação e os diferentes parcelamentos de adubação, assim como a interação entre ambos os fatores, não influenciaram o progresso da ferrugem do cafeeiro.

Verificou-se a ocorrência da ferrugem no período das avaliações, porém com baixa incidência em todos os tratamentos. De acordo com Chalfoun (1997), embora a ferrugem possa infectar o cafeeiro em todas as idades, a intensidade da doença é baixa em plantas novas, que ainda não entraram em produção.

Zambolim, Martins e Chaves (1985) afirmam que deficiências nutricionais devem ser levadas em consideração para o controle das doenças do cafeeiro. Neste trabalho, os diferentes parcelamentos da adubação não influenciaram o progresso da ferrugem. Esse resultado se deve ao fato das plantas ainda não se encontrarem em produção.

Em todos os tratamentos de diferentes parcelamentos de adubação a incidência foi baixa desde o início das avaliações (Figura 1). Nos tratamentos não irrigados com 6 e 9 parcelamentos de adubação, ocorreram picos na incidência próximos a 2%, por volta da primeira quinzena de agosto. Porém, como os resultados foram não significativos, a ocorrência dos baixos níveis de doença foram atribuídas ao acaso. Ainda em relação ao progresso da ferrugem do cafeeiro nos diferentes parcelamentos de adubação, observou-se que em todos os tratamentos a incidência aumentou nos meses de janeiro e fevereiro de 1999.



\* ECA – Evaporação tanque Classe "A"

→ 24/07/1998 – oxicleto de cobre 50% (300 g/100 litros)

→ 31/07/1998 – Tebuconazole (Folicur) (60 ml/20 litros)

FIGURA 1. Curvas de progresso da ferrugem do cafeeiro em diferentes tratamentos de lâmina de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação.

Com relação ao progresso da doença em função das lâminas de irrigação (Figura 2), observou-se que a incidência foi baixa no decorrer do período das avaliações, com um pico da doença no mês de agosto, observado no tratamento sem irrigação (0% ECA). Em todos os tratamentos, a intensidade da doença apresentou aumento com mais de 2,5% de incidência ao final do período das avaliações, em janeiro e fevereiro. A cultura, nesse período, estava entrando em produção com alta carga de frutos, que segundo Zambolim, Martins e Chaves (1985), transformam-se em drenos dos nutrientes, tornando as folhas suscetíveis.

Não houve correlação entre a incidência da ferrugem e as variáveis climáticas nos tratamentos de lâmina de 0, 40, 60 e 100 % da ECA. Isso demonstra que para plantas de café, as quais ainda não entraram em produção, as condições climáticas não influenciaram a incidência da ferrugem.

Somente no tratamento de 80% da ECA encontrou-se correlação significativa da incidência com precipitação (Tabela 4). A correlação entre incidência da ferrugem e precipitação no tratamento de 80% da ECA está de acordo com vários autores. Nutman (1960), Bock (1962), Roberts (1963), Terrones (1984) e Chalfoun (1997) afirmaram ter a chuva importante papel na disseminação e ainda provocar molhamento foliar favorável à germinação do uredosporo.

Com relação às medidas de controle, pela análise da curva de progresso da doença, a época ideal para iniciar a aplicação de fungicidas protetores seria o mês de dezembro de 1998, para evitar os picos na incidência que ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro.

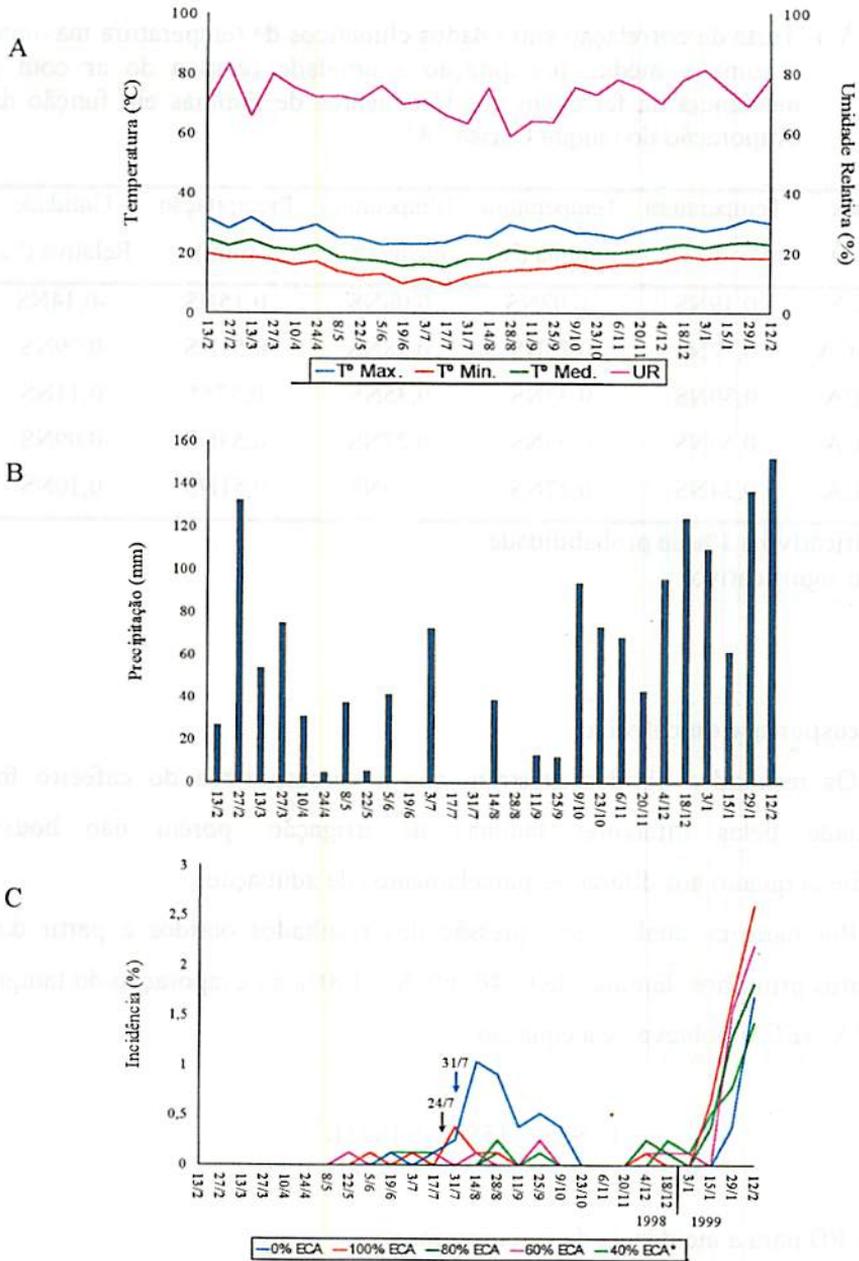


FIGURA 2. Comportamento das variáveis climáticas (A, B) e progresso da incidência da ferrugem do cafeeiro em diferentes lâminas de irrigação (C) de 13 de fevereiro de 1998 a 12 de fevereiro de 1999.

**TABELA 4.** Teste de correlação entre dados climáticos de temperatura máxima, mínima e média, precipitação e umidade relativa do ar com a incidência da ferrugem nos tratamentos de lâminas em função da evaporação do tanque Classe "A".

Lâminas %(ECA)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
0% ECA	0,19NS	-0,02NS	0,06NS	0,15NS	-0,14NS
100% ECA	0,32NS	0,25NS	0,28NS	0,51NS	0,09NS
80% ECA	0,39NS	0,33NS	0,35NS	0,57**	0,11NS
60% ECA	0,53NS	0,23NS	0,27NS	0,53NS	0,09NS
40% ECA	0,34NS	0,27NS	0,30NS	0,51NS	0,10NS

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

NS - não significativo.

## 5.2 Cercosporiose do cafeeiro

Os resultados obtidos mostram que a cercosporiose do cafeeiro foi influenciada pelas diferentes lâminas de irrigação, porém não houve significância quanto aos diferentes parcelamentos de adubação.

Por meio da análise de regressão dos resultados obtidos a partir dos tratamentos primários, lâminas de 0, 40, 60, 80, 100% da evaporação do tanque Classe "A" (ECA), obteve-se a equação:

$$I = 933 - 1553L + 1073L^2$$

Em que:

I = AACPD para a incidência da cercosporiose;

L = Lâminas (% da ECA);

L<sup>2</sup> = Lâmina ao quadrado.

Na Figura 3, observa-se o aumento da AACPD em detrimento de menores lâminas. Isso indica maior incidência da cercosporiose nos tratamentos não irrigados e naqueles que receberam menor lâmina de água.

Os resultados obtidos nesse trabalho estão de acordo com vários autores (Echandi, 1959; Siddiqi, 1970; Fernandez-Borrero, Mestre e Lopez-Duque, 1966; Fernandez-Borrero, e Lopez-Duque, 1971; Santos *et al.*, 1985; Mansk 1990; Chalfoun, 1997; Carvalho e Chalfoun, 1998), os quais afirmam que as principais causas da acentuada intensidade da cercosporiose são a deficiência hídrica associada à má absorção de nutrientes.

Os dados obtidos consolidam os resultados de Echandi (1959), o qual demonstrou que a incidência e a severidade da cercosporiose foram menores em plantas de café irrigadas, ou seja, condições de déficit hídrico favorecem a maior intensidade da doença.

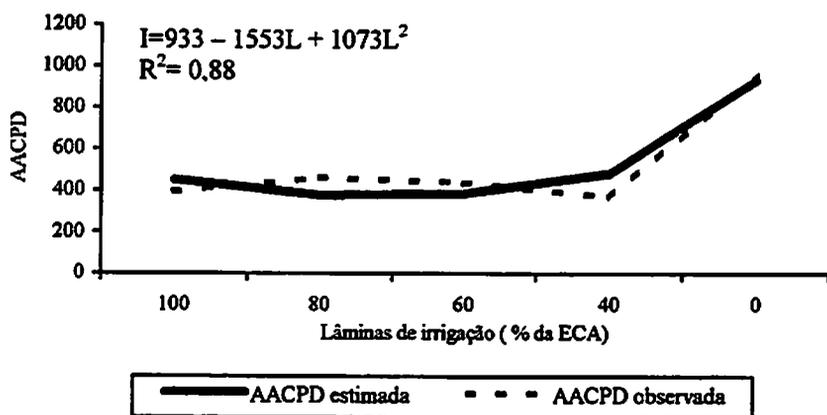


FIGURA 3. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) estimada para incidência da cercosporiose do cafeeiro em função da equação de regressão  $I = 933 - 1553L + 1073L^2$  substituindo os valores das lâminas em função da evaporação do tanque Classe "A" (ECA), e média dos valores observados no campo da AACPD para cada lâmina.

Mansk (1990) observou resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho. Segundo o autor, a maior incidência da cercosporiose ocorreu em lavouras novas, com deficiência hídrica, expostas ao sol e com nutrição inadequada. A falta de umidade do solo pode condicionar a planta à menor absorção de nutrientes, tornando-a debilitada e mais suscetível ao ataque de *C. coffeicola*. Carvalho e Chalfoun (1998) também observaram maiores prejuízos em mudas e plantios novos, principalmente em regiões com deficiência hídrica.

Juliatti *et al.* (1998) observaram maior intensidade da doença naqueles tratamentos que receberam irrigação por pivô central, em comparação aos sistemas localizados (gotejamento e tripa), e chegaram à conclusão de que o molhamento foliar com conseqüente aumento da umidade formam um microclima favorável ao progresso da doença. Com relação às diferentes lâminas de irrigação, os autores não observaram diferenças na incidência da cercosporiose, em contraste com o presente trabalho, em que se observou diferença na incidência entre as lâminas.

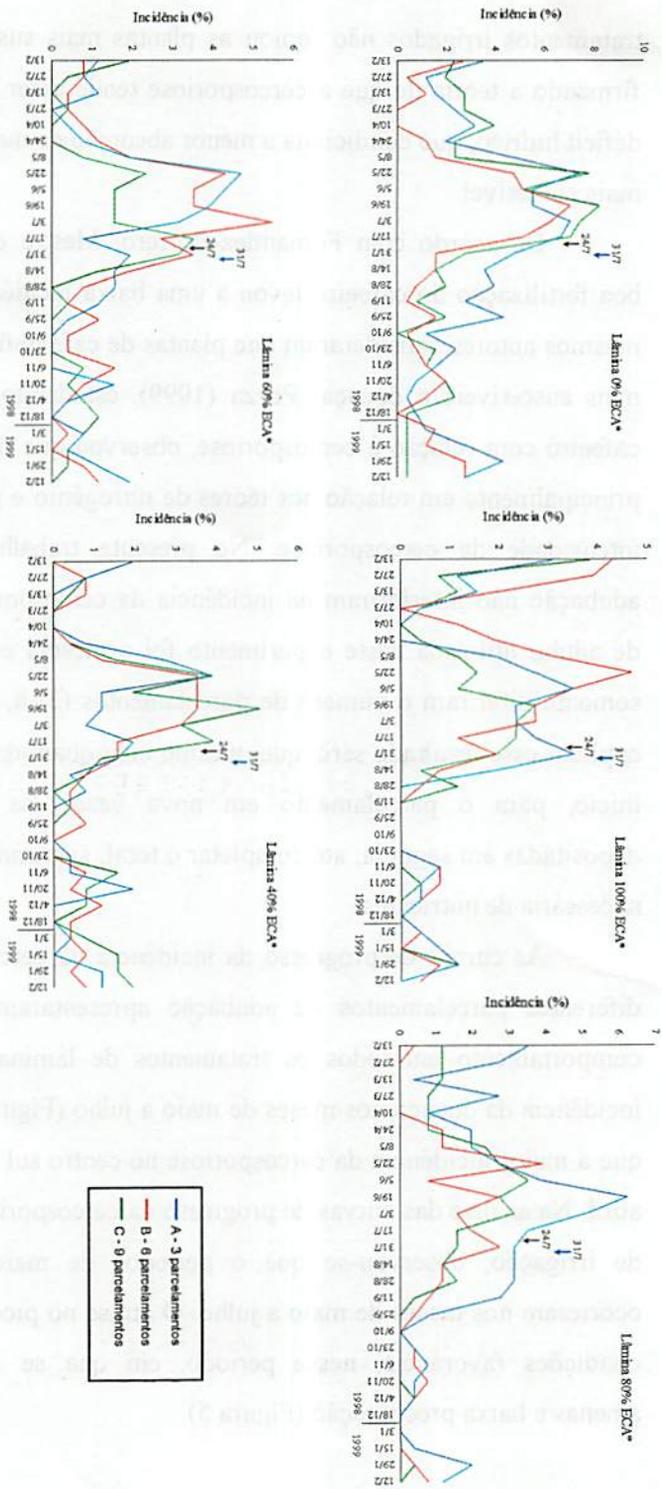
O sistema de irrigação por gotejamento não promove o molhamento foliar favorável à germinação dos esporos do fungo. O gotejamento envia água diretamente às raízes da planta, juntamente com os nutrientes utilizados na fertirrigação. Assim, esse sistema pode trazer maiores benefícios às plantas, tornando-as mais vigorosas e resistentes ao patógeno. Porém, Rotem e Palti (1969) afirmaram que para doenças foliares, os efeitos da umidade do solo limitam-se ao hospedeiro, por meio do surgimento de brotações suscetíveis a certas doenças. O efeito na turgidez da folha tornou plantas de banana e de feijão suscetíveis a *Cercospora musae* e *Colletotrichum lindemuthianum*, respectivamente. A alta turgidez da folha tenderia a manter os estômatos abertos, o que facilitaria a penetração dos patógenos.

O fungo *C. coffeicola* penetra na folha através dos estômatos (Echandi, 1959; Siddiqi, 1970). Apesar disso, a provável turgidez das folhas de café nos

tratamentos irrigados não tornou as plantas mais suscetíveis a esse patógeno, firmando a teoria de que a cercosporiose tende a ser prejudicial em áreas com déficit hídrico, que condiciona a menor absorção de nutrientes, tornando a planta mais suscetível.

De acordo com Fernandez-Borrero, Mestre e Lopez-Duque (1966), a boa fertilização do cafeeiro levou a uma baixa incidência da cercosporiose. Os mesmos autores consideraram que plantas de café deficientes em nitrogênio são mais suscetíveis à doença. Pozza (1999), estudando aspectos da nutrição do cafeeiro com relação à cercosporiose, observou que desequilíbrios nutricionais, principalmente em relação aos teores de nitrogênio e potássio, levaram à maior intensidade da cercosporiose. No presente trabalho, os parcelamentos de adubação não interferiram na incidência da cercosporiose. Como a quantidade de adubo utilizada neste experimento foi a mesma em todos os tratamentos e somente diferiram o número de parcelamentos (3, 6, 9 vezes), a hipótese para explicar esse resultado seria que, mesmo com quantidades menores de adubo no início, para o parcelamento em nove vezes, as quantidades que foram depositadas em seguida, até completar o total, supriram o cafeeiro na quantidade necessária de nutrientes.

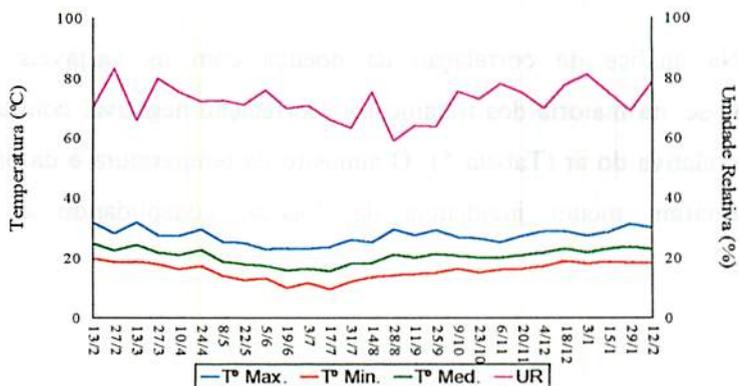
As curvas de progresso da incidência da cercosporiose em relação aos diferentes parcelamentos de adubação apresentaram praticamente o mesmo comportamento em todos os tratamentos de lâmina, geralmente com maior incidência da doença nos meses de maio a julho (Figura 4). Matiello (1991) cita que a maior incidência da cercosporiose no centro sul do Brasil vai de janeiro a abril. Na análise das curvas de progresso da cercosporiose em diferentes lâminas de irrigação, observou-se que o períodos de maior incidência da doença ocorreram nos meses de maio a julho. O atraso no pico da doença foi devido às condições favoráveis, nesse período, em que se observaram temperaturas amenas e baixa precipitação (Figura 5).



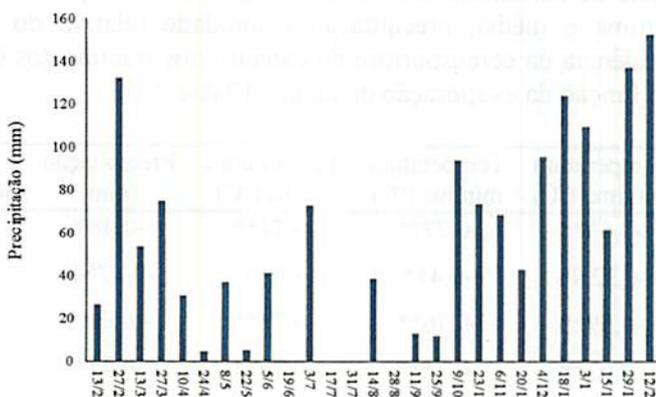
\*ECA - Evaporação tanque classe A  
 → 24/07/1998 - oxicloreto de cobre 50% (300 g/100 litros)  
 → 31/07/1998 - Tebuconazole - Follicar (60 ml/20 litros)

FIGURA 4. Curvas de progresso da cercarioriose em folhas do caféiro em diferentes tratamentos de lâmina de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação.

A



B



C

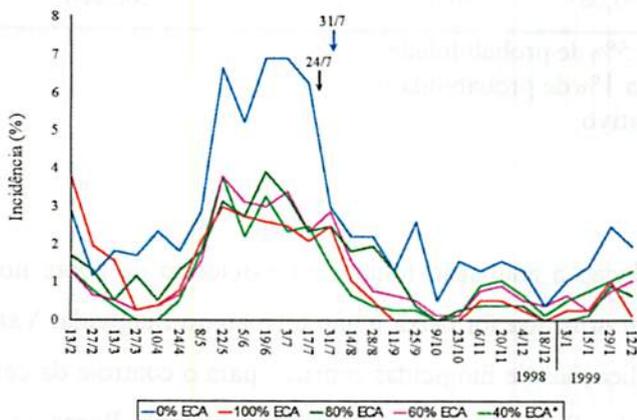


FIGURA 5. Comportamento das variáveis climáticas (A, B) e progresso da incidência da cercosporiose do cafeeiro em diferentes lâminas de irrigação (C) de 13 de fevereiro de 1998 a 12 de fevereiro de 1999.

Com relação à adubação foliar com oxiclreto de cobre no dia 24 de julho, a dosagem utilizada foi baixa e não teve efeito fungicida. Vários autores recomendam aplicações de fungicidas cúpricos para o controle da cercosporiose (Zambolim et al., 1997; Carvalho e Chalfoun, 1998). Pozza et al. (1998) observaram que a utilização do oxiclreto de cobre em condições de viveiro, além de proporcionar um bom controle, reduziu a desfolha devido à doença.

Lamina (% ECA)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
0% ECA	-0,63**	-0,77**	-0,74**	-0,46*	-0,30NS
100% ECA	-0,32NS	-0,41*	-0,40*	-0,37NS	-0,18NS
80% ECA	-0,59**	-0,76**	-0,72**	-0,53**	-0,33NS
60% ECA	-0,67**	-0,75**	-0,76**	-0,41*	-0,22NS
40% ECA	-0,58**	-0,65**	-0,65**	-0,32NS	-0,14NS

\*Significativo a 5% de probabilidade  
\*\*Significativo a 1% de probabilidade  
NS-não significativo

TABELA 5. Teste de correlação dos dados climáticos de temperatura máxima, mínima e média, precipitação e umidade relativa do ar com a incidência da cercosporiose do caféiro nos tratamentos de lâminas em função da evaporação do tanque Classe "A".

Na análise de correlação da doença com as variáveis climáticas encontrou-se, na maioria dos tratamentos, correlação negativa, com exceção da umidade relativa do ar (Tabela 5). O aumento da temperatura e da precipitação proporcionaram menor incidência da doença, consolidando as hipóteses anteriores.

Após a aplicação de tebuconazole (Folicur) no dia 31 de julho, observou-se, em todos os tratamentos, redução na taxa de progresso da incidência, (Figuras 4 e 5). O fungicida tebuconazole, do grupo dos triazóis, segundo Silva e Matiello (1998), apresenta boa eficiência no controle da cercosporiose do cafeeiro e pode ter contribuído para diminuir a incidência da doença nesse experimento.

## **6 CONCLUSÕES**

**a) A incidência da ferrugem do cafeeiro não foi afetada por diferentes lâminas de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação nitrogenada e potássica;**

**b) A incidência da ferrugem foi baixa até janeiro de 1999. A partir daí, houve ligeiro aumento na taxa de progresso da doença, quando a planta apresentava alta carga pendente de frutos;**

**c) Na lâmina de 80% da ECA, encontrou-se correlação entre incidência de ferrugem e precipitação pluviométrica, sendo que, nos demais tratamentos, as correlações não foram significativas;**

**d) A incidência da cercosporiose foi afetada por diferentes lâminas de irrigação. Em menores lâminas de água, a incidência da doença foi maior;**

**e) A incidência da cercosporiose não foi influenciada por diferentes parcelamentos de adubação nitrogenada e potássica;**

**f) A maior incidência da cercosporiose ocorreu nos meses de maio a junho;**

**g) Correlações das variáveis climáticas com a cercosporiose mostraram que em maiores temperaturas e precipitação, ocorre ponto de inflexão na curva de progresso da doença.**

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOCK, R. Seasonal peridiocity leaf rust and factor the severity of outbreaks in Kenya colony. **Transactions British Mycological Society, London, v.45, n.3, p.289-300, 1962.**
- CAFÉ: sem dúvida a bebida mais popular do mundo. **Unesp Rural, Jaboticabal, v.2, n.8, p.17-28, 1998.**
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology. New york: J. Wiley, 1990, 532p.**
- 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.**
- CHALFOUN, S.M. **Doenças do cafeeiro: importância, identificação e métodos de controle. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997, 96p.**
- 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, abr-jun. 1959.**
- FERNANDEZ-BORRERO, O.; LOPEZ-DUQUE, S. Fertilizacion de plantulas de café e su relacion com la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*, Berk & Cooke). **Cenicafe, Caldas, Colômbia, v.22, n.4, p.95-108, out. 1971.**
- FERNANDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A.M.; LOPEZ-DUQUE, S. Efecto de la fertilizacion en la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en frutos de café. **Cenicafe, Caldas, Colômbia, v.7, n.1. p.5-16, jan-mar. 1966.**
- GERVÁSIO, E.S. Efeito de diferentes lâminas de água no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na fase inicial de formação da lavoura. **Lavras: UFLA, 1998. 58p. (Dissertação – Mestrado em Irrigação e Drenagem, Engenharia Agrícola).**

- GODOY, C.V., BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C.L. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: KIMATI, H. **Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas e seu controle**. 3 ed, São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.184-200, 1997.
- 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, Poços de Caldas, Trabalhos apresentados Rio de Janeiro, p.212-213, 1998.
- MANSK, Z. Doenças do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, Resumos... Espírito Santo do Pinhal: Faculdade de Agronomia e Zootecnia. Rio de Janeiro, Mara, p.61-77, 1990.
- MATIELLO, J.B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991, 320p.
- NUTMAN, E. J. Method of uredospore dispersal of the coffee leaf rust fungus *Hemileia vastatrix*. **Transactions British Mycological Society**, London, v.43,n.3, p.509-515, 1960.
- POZZA, A.A.A. Influência da nutrição nitrogenada e potássica na intensidade da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) em mudas de cafeeiro. Viçosa, MG: UFV, 1999. 70p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- POZZA, A.A.A.; ZAMBOLIM, L.; POZZA, E.A.; COSTA, H.; RIBEIRO do VALE, F.X. Controle químico da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro em condições de viveiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.543-545, dez. 1998.
- ROBERTS, F. M. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk & Br. **Transactions British Mycological Society**, London v.46, n.1, p.27-48, 1963.
- ROTEM, J.; PALTI, J. Irrigation and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**. Palo Alto, Califórnia, v.7, p.267-288, 1969.

- SANTINATO, R.; GONZAGA, A., NEVES, C.P.; SENNA, C.A.; SILVA, A.A. Modo de adubação NK no cafeeiro irrigado por gotejamento em região com déficit hídrico limitante à cultura de *Coffea arabica* – fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 15, Anais... Maringá. p.225-227. 1989.
- SANTOS, F.A.S.; MATIELLO, J.B., RIBEIRO, R.W.C.; SANTINATO, R. Épocas de controle da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) no estado de Pernambuco – Garanhuns. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 12, Caxambu,. Resumos... Rio de Janeiro: IBC, p.182-183, 1985.
- 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, O.A.; MATIELLO, J.B. Eficiência e combinações do fungicida Folicur (tebuconazole) no controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 24, Poços de Caldas, Trabalhos apresentados, Rio de Janeiro:IBC, p.31-32, 1998.
- TERRONES, T.A.H. Avaliação de modelo de previsão da ferrugem do cafeeiro para determinar épocas de aplicação de fungicida. Viçosa:UFV, 1984. 68p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)
- ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M.C. del P. & CHAVES, G.M. Café. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 11, n. 131, p.64-75, nov. 1985.
- ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças. In: RIBEIRO DO VALE, F. X.; ZAMBOLIM, L. Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa: Departamento de Fitopatologia; Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, v.2, p.83-179, 1997.

## **CAPÍTULO 3**

### **PROGRESSO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE EM CAFEIRO (*Coffea arabica* L.) IRRIGADO E FERTIRRIGADO POR GOTEJAMENTO**

## 1 RESUMO

TALAMINI, Viviane. Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e fertirrigado por gotejamento. Lavras: UFLA, 1999. 89 p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)

Avaliações de incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) e da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) foram realizadas em intervalos de 14 dias, observando-se 6 folhas por planta durante o período de 21 de março de 1998 a 6 de fevereiro de 1999, em um experimento com a cultura do café “Catuai”, com 12 anos de cultivo, dentro do programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. Os objetivos foram avaliar o efeito da irrigação e da fertirrigação na incidência da ferrugem e da cercosporiose, analisar a curva de progresso dessas doenças e sua correlação com as variáveis climáticas. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos de diferentes parcelamentos de adubação (1: 12 aplicações manuais, 2: 12 aplicações via fertirrigação, 3: 24 aplicações fertirrigado, 4: 36 aplicações fertirrigado). As parcelas foram divididas em 5 subparcelas que receberam tratamentos de diferentes épocas de início de irrigação (subparcelas A: 1º de junho, B: 15 de julho, C: 1º de setembro) e testemunhas (subparcelas D: adubado em 4 vezes e não irrigado, E: manejo convencional, não irrigado). Calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) procedendo-se a análise de variância e o teste de médias de Tukey a 5%. Para a ferrugem do cafeeiro, nenhum tratamento foi significativo, e as incidências máximas foram nos meses de julho a setembro. Houve correlação significativa a 1% de probabilidade entre todos os tratamentos e as variáveis climáticas, com exceção da temperatura máxima. Para a cercosporiose, foram significativos a 1% de probabilidade os tratamentos atribuídos às parcelas e os tratamentos das subparcelas, porém não foi significativa a interação entre ambos. Observou-se, nas parcelas, maior AACPD para os tratamentos 2 e 4, e nas subparcelas, a testemunha E apresentou maior AACPD, seguida pela testemunha D. De acordo com as curvas de progresso da doença, a incidência máxima foi entre maio e julho. Houve correlação significativa da incidência da cercosporiose com as variáveis climáticas na maioria dos tratamentos.

---

\* Comitê Orientador: Paulo Estevão de Souza - UFLA (Orientador) e Edson Ampélio Pozza - UFLA.

## 2 ABSTRACT

TALAMINI, Viviane. Progress of rust and brown eye spot of the coffee (*Coffea arabica* L.) irrigated and fertirrigated by trickle. Lavras: UFLA, 1999. 89 p. (Dissertation – Master Program in Phytopathology)\*

Evaluations of incidence of rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) and brown eye spot (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) took place at intervals of 14 days, observing 6 leaves per plant during the period from March 21, 1998 to February 6, 1999 in a experiment of the Department of Engineering at the Federal University of Lavras. A 12 year Catuai culture was utilized. The objective was to evaluate the effect of irrigation and fertirrigation on the incidence of rust and in 12 year coffee plants and analyze the progress curve of these diseases and their correlation to climatic variables. The experimental design was the one of randomized blocks with four treatments of different fertilizer splitting (1: 12 hand applications, 2:12 applications via fertirrigation, 3: 24 fertirrigated applications, 4: 36 fertirrigated applications). The plots were divided in 5 subplots that received treatments in different periods at initial irrigation (subparcel A: June 1, B: July 15, C: September 1), checks (subplots D: fertilized 4 times and not irrigated, and E: conventional management and not irrigated). The area under the disease curve progress (AUDPC) was calculated and submitted to variance analysis and Tukey's test at 5% probability. For the coffee rust, no treatment was significant. Curve progress showed maximum incidences in the months of July and September. There was a significant correlation at 1% probability among all the treatments and climatic variables, with the exception of the maximum temperature. For brown eye spot, the treatments attributed to the plots and to the subplots were significant at 1% of probability. However, the interaction between the two was non-significant. Greater AUDPC in splitting fertilizer 2 and 4 was observed. In the subplots, greater AUDPC in check E followed by D was observed. Curve progress showed maximum incidences from May to July. There was a significant correlation of brown eye spot incidence in the majority of the treatments in relation to climatic variables.

---

\* Guidance Committee: Paulo Estevão de Souza - UFLA (Major Professor) and Edson Ampélio Pozza – UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

A cultura do café no Brasil é suscetível a inúmeras doenças da parte aérea, dentre elas destacam-se, em função das perdas, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) e a cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. e Cooke). A maior ou menor intensidade dessas doenças está associada ao ambiente, ao patógeno, ao hospedeiro e ao manejo da cultura (Mansk, 1990; Zambolim *et al.*, 1997).

A maioria das doenças que causam prejuízos à produção do cafeeiro tem a intensidade influenciada pelo desequilíbrio nutricional (Fernandez-Borrero, Mestre e Lopez-Duque, 1966; Siddiqi, 1970; Santos *et al.*, 1985; Godoy, Bergamim Filho e Salgado, 1997), por isso torna-se importante observar qual o comportamento das mesmas em relação ao manejo da adubação.

A época crítica, de maior intensidade da ferrugem em cafeeiros compreende os meses de dezembro a junho. A curva de progresso da ferrugem em grande parte das regiões produtoras de café do Brasil segue praticamente o mesmo padrão, ou seja, a doença nos anos agrícolas de alta produção em lavoura adulta inicia-se em dezembro-janeiro, coincidindo com o período chuvoso, de março a abril, aumenta em escala logarítmica até atingir o pico em junho, para depois decrescer, a partir daí, devido à queda de folhas provocadas pela colheita, à senescência natural, e à própria doença. Pode haver casos em que o clima retarda o início da epidemia de ferrugem e o pico é deslocado para agosto ou setembro (Zambolim *et al.* 1997).

A cercosporiose constitui problema quando a cultura é inadequadamente fertilizada, em condições de déficit hídrico e em lavouras expostas ao sol (Echandi, 1959; Siddiqi, 1970; Santos *et al.*, 1985). A época de maior intensidade dessa doença vai do mês de dezembro até abril (Zambolim *et al.*,

1994, Godoy, Bergamin Filho e Salgado, 1997; Zambolim *et al.* 1997; Carvalho e Chalfoun, 1998).

Na irrigação por gotejamento, a água é distribuída de forma localizada na região próxima ao tronco do cafeeiro. Esse sistema de irrigação permite que, além da água, sejam enviados nutrientes às plantas através da fertirrigação. A fertirrigação é o modo indicado para fornecer nitrogênio e potássio ao cafeeiro irrigado por gotejamento (Santinato *et al.*, 1989). São raros os trabalhos que enfocam avaliações de doenças em cafeeiros submetidos à irrigação/fertirrigação, porém, devido às modificações no microclima da cultura, há a necessidade de se observar o comportamento das principais doenças nessas condições.

Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar a incidência e a curva de progresso da ferrugem e cercosporiose em plantas de café adultas irrigadas e fertirrigadas por gotejamento, no período de março de 1998 até fevereiro de 1999, e analisar a correlação entre as doenças e as variáveis climáticas temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitação.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Área experimental**

Os dados foram coletados em um experimento com a cultura do café Catuai, suscetível à ferrugem e à cercosporiose, no espaçamento 1 x 3,5m, com 12 anos de cultivo, instalado na área da Fazenda Muquem – FAEPE/UFLA, dentro do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, a uma altitude de 918 metros, latitude sul de 21°14' longitude oeste de 45°00' em solo tipo Latossolo Vermelho Escuro.

### **4.2 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos ao nível de parcela (diferentes parcelamentos de adubação), cinco subparcelas não casualizadas (delineamento em faixas) e quatro repetições. Cada parcela constituiu-se de uma fileira de 40 plantas divididas em cinco subparcelas formadas por oito plantas. Nas subparcelas foram definidos, como tratamentos, diferentes épocas de início de irrigação e testemunhas (sem irrigação).

Os parcelamentos de adubação foram da seguinte forma:

Parcela 1 – adubação convencional (manual) em 12 parcelamentos de Nitrogênio, Fósforo e Potássio;

Parcela 2 – adubação via água de irrigação em 12 parcelamentos de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (fertirrigação a cada 15 dias);

Parcela 3 – adubação via água de irrigação em 24 parcelamentos de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (fertirrigação a cada 10 dias);

**Parcela 4 – adubação via água de irrigação em 36 parcelamentos de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (fertirrigação semanal).**

Nas subparcelas A, B, e C, avaliou-se a incidência da doença sob o efeito de diferentes épocas de início de irrigação. As subparcelas D e E constituíram as testemunhas (sem irrigação):

- Subparcela A – irrigação a partir de 1º de junho até início de outubro;**
- Subparcela B – irrigação a partir de 15 de julho até início de outubro;**
- Subparcela C – irrigação a partir de 1º de setembro até início de outubro;**
- Subparcela D – não irrigada (adubada manualmente em 4 vezes);**
- Subparcela E – manejo convencional, sem irrigação.**

### **4.3 Irrigação**

O sistema de irrigação possui, além da unidade central de controle (sistema de bombeamento, filtros de areia e tela , injetor de fertilizante e manômetros), linhas de irrigação com tubo flexível de polietileno, apresentando um sistema de emissores do tipo labirinto de longo percurso (tubogotejadores “TAPES”, modelo “QUEEN GIL”), com vazão média da ordem de 4 litros por hora.

A lâmina aplicada foi definida em função da evapotranspiração acumulada no período entre as irrigações, que foram em número de três por semana. A evapotranspiração da cultura foi estimada multiplicando-se a evaporação do tanque classe A (ECA) pelo “fator tanque” ( $K_p$ ), tabelado em função da umidade relativa e vento, e pelo coeficiente de cultura ( $K_c$ ) específico para o café.

Na Tabela 1, encontram-se as lâminas aplicadas na cultura no período de 1997 a 1998.

**TABELA 1. Lâmina de água (milímetros) aplicada na cultura, no período de 1997 a 1998.**

<b>Subparcelas</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Fertirrigação</b>	<b>Total</b>
A (jun-out)	572	142	714
B (jul-out)	517	146	663
C (set-out)	282	172	454
D	-	-	-
E	-	-	-

#### **4.4 Fertirrigação**

Para a safra 1997/1998, o adubo utilizado foi o Kristalon Azul Claro, indicado para fertirrigação por possuir alta solubilidade. Contém 20% de N, 5% de  $P_2O_5$ , 10% de  $K_2O$ , 2% de MgO. Definiu-se a quantidade de Kristalon segundo análise química do solo. A quantidade utilizada foi de 450g do adubo por planta, dividida de acordo com o número de parcelamentos. A subparcela D recebeu a mesma quantidade de adubo recomendada por planta, porém dividida em 4 vezes.

A subparcela E não foi irrigada e recebeu o manejo convencional do produtor (FAEPE). Nesta subparcela, utilizou-se outro adubo, com a formulação: 20% de N, 5% de  $P_2O_2$  e 20% de KCl, utilizando-se 300g por planta, distribuídos manualmente e divididos em 3 vezes. Essa subparcela ainda recebeu 3 toneladas de calcáreo por hectare.

Para a safra 1998/1999, foram utilizadas duas formulações de adubo: Kristalon Azul Claro e o Nitrato de cálcio especial (15,5% de N e 5% de CaO). O total de fertilizantes utilizado foi de 635g por planta (0,391 de potássio e 244g de nitrogênio). A quantidade total do adubo foi dividida de acordo com o

número de parcelamentos. Optou-se por alternar os dias de fertirrigação para aplicação dos fertilizantes, ou seja, aplicar doses dobradas dos fertilizantes em dias alternados para não haver reação química entre ambos.

Os calendários da fertirrigação e adubações convencionais para o período de 1997/1998 e para o período de 1998/1999 encontra-se nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

TABELA 2. Calendário de adubação realizado no período de 1997/1998.

Parcelas /Subparcelas	Ano/Mês	Dias do mês
Parcela 1 (12 parcelamentos) Distribuição manual	1997/Outubro	16, 24, 31
	1997/Novembro	15, 30,
	1997/Dezembro	15, 30
	1998/Janeiro	14, 29,
	1998/Fevereiro	13, 28
	1998/Março	15
Parcela 2 (12 parcelamentos) Fertirrigação	1997/Outubro	16, 24, 31
	1997/Novembro	15, 30
	1997/Dezembro	15, 30
	1998/Janeiro	14, 29
	1998/Fevereiro	13, 28
	1998/Março	15
Parcela 3 (24 parcelamentos) Fertirrigação	1997/Outubro	16, 20, 24, 27, 30
	1997/Novembro	03, 10, 20, 30
	1997/Dezembro	09, 19, 29
	1998/Janeiro	08, 18, 28
	1998/Fevereiro	07, 17, 27
	1998/Março	09, 19, 29
	1998/Abril	08, 18, 28
Parcela 4 (36 parcelamentos) Fertirrigação	1997/Outubro	16, 20, 24, 27, 30
	1997/Novembro	03, 07, 10, 13, 17, 20, 24, 27
	1997/Dezembro	01, 08, 15, 22, 29
	1998/Janeiro	05, 12, 19, 26
	1998/Fevereiro	02, 09, 16, 23, 30
	1998/Março	02, 09, 16, 23, 30
	1998/Abril	06, 13, 20, 27, 30
Suparcela D Distribuição manual	1997/outubro	29
	1997/dezembro	03
	1998/janeiro	21
	1998/fevereiro	18
Subparcela E 20%N 05%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20%KCl 300g por planta (manual)	1997/outubro	01
	1997/dezembro	01
	1998/fevereiro	01

**TABELA 3. Calendário de adubação para o período de 1998/1999 até o último mês de avaliação das doenças.**

<b>Parcelas /Subparcelas</b>	<b>Ano/Mês</b>	<b>Dias do mês</b>
Parcela 1 (12 parcelamentos) Distribuição manual	1998/Outubro	06, 27
	1998/Novembro	10, 24
	1998/Dezembro	08, 29
	1999/Janeiro	12, 26
	1999/Fevereiro	09, 23
Parcela 2 (12 parcelamentos) Fertirrigado	1998/Outubro	06, 27
	1998/Novembro	10, 24
	1998/Dezembro	08, 29
	1999/Janeiro	12, 26
	1999/Fevereiro	09, 23
Parcela 3 (24 parcelamentos) Fertirrigado	1998/setembro	05, 15, 29
	1998/Outubro	06, 13, 20, 31
	1998/Novembro	10, 17, 24
	1998/Dezembro	08, 15, 29
	1999/Janeiro	12, 19, 26
	1999/Fevereiro	02, 16, 23
Parcela 4 (36 parcelamentos) Fertirrigado	1998/setembro	05, 08, 15, 22, 29
	1998/Outubro	06, 13, 20, 27, 31
	1998/Novembro	03, 10, 17, 24
	1998/Dezembro	01, 08, 15, 22, 29
	1999/Janeiro	05, 12, 19, 26
	1999/Fevereiro	02, 09, 16, 23, 30
Subparcela D Distribuição manual	1998/outubro	29
	1998/dezembro	03
	1999/janeiro	21
	1999/fevereiro	18
Subparcela E 20%N 5%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20%KCl 300g por planta (manual)	1998/outubro	01
	1998/dezembro	01
	1999/fevereiro	01

#### **4.5 Adubações foliares**

Foram realizadas as seguintes adubações foliares na área experimental, no período das avaliações: Nos dias 4 de abril e 18 de dezembro de 1999, foram aplicados 45g de sulfato de zinco, 45g de ácido bórico, 45g de cloreto de potássio, 60g de oxiclreto de cobre e 5ml de espalhante adesivo para 15 litros de água. Inseticidas/acaricidas e herbicidas (glifosate) foram aplicados quando necessários.

A subparcela E, a qual recebeu o manejo convencional, recebeu as adubações foliares na primeira quinzena de setembro e na segunda quinzena de outubro e dezembro de 1998. Aplicou-se sulfato de zinco, bórax e sulfato de amônia na concentração de 0,3% do volume da calda.

#### **4.6 Correlação das doenças com os dados climáticos**

Foram coletados da Estação Climatológica localizada no campus da Universidade Federal de Lavras, os dados climáticos diários, calculando-se a média dos últimos 14 dias que antecederam as avaliações da incidência das doenças. Foram obtidos os dados de: precipitação (mm), umidade relativa do ar (%), temperatura máxima, mínima, e média (°C) para o período de março de 1998 a fevereiro de 1999. Esses dados foram correlacionados, pelo método de PEARSON, com a incidência das doenças em cada tratamento e transformados em representações gráficas para melhor visualização das condições climáticas no decorrer do período.

#### **4.7 Avaliação da ferrugem e da cercosporiose**

Com a finalidade de monitorar a incidência das doenças, realizaram-se avaliações em intervalos de 14 dias, com início no dia 21 de março de 1998 até o dia 06 de fevereiro de 1999.

Foram coletadas 6 folhas por planta, sendo 3 folhas de cada lado, no terço médio, entre o terceiro e quarto par de folhas, ao acaso, correspondendo a 48 folhas por subparcela e 240 folhas por parcela.

Para avaliar a incidência das doenças, contou-se o número de folhas com presença de lesões e dividiu-se pelo número total de folhas avaliadas segundo a equação:

$$I (\%) = \text{NFD} / \text{NTF} * 100$$

Em que:

I (%)= Incidência em porcentagem;

NFD= Número de folhas doentes;

NTF= Número total de folhas.

Os resultados referentes aos índices médios de incidência foram transformados em representações gráficas do progresso doença durante o período de avaliação.

#### 4.8 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD)

Após a obtenção dos dados, foram plotadas as curvas de progresso da doença para a incidência. A partir das curvas de progresso da doença, calculou-se a AACPD por meio da equação proposta por Campbell e Madden (1990):

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

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;

As análises de variância foram realizadas a partir da AACPD por subparcela (nível de distribuição aproximadamente normal) de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_j + t_i + e(a)_{ij} + s_k + e(b)_{jk} + (ts)_{ik} + e(c)_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$ : percentagem de folhas doentes do  $j$ -ésimo bloco do  $i$ -ésimo tratamento na subparcela  $K$ ;

$\mu$ : média geral;

$b_j$ : efeito do  $j$ -ésimo bloco;

$t_i$ : efeito do  $i$ -ésimo tratamento (faixa 1);

$s_k$ : efeito do  $k$ -ésimo tratamento (faixa 2);

$(ts)_{ik}$ : efeito da interação entre os níveis de tratamento das duas faixas;

$e(a)$ : erro no nível de parcelas (faixa 1);

$e(b)$ : erro no nível de subparcela (faixa 2);

$e(c)$ : resíduo.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Ferrugem do cafeeiro

Segundo os resultados, os tratamentos de diferentes parcelamentos de adubação, diferentes épocas de início de irrigação e testemunhas não influenciaram o progresso da ferrugem do cafeeiro.

O sistema de irrigação conhecido por gotejamento distribui a água de forma localizada, portanto não provoca o molhamento foliar e não favorece a disseminação e a infecção de *H. vastatrix*. O desenvolvimento da ferrugem no campo está intimamente relacionado à ocorrência de chuvas (Nutman, 1960; Bock, 1962). Em quase todos os locais onde a doença ocorre, sua incidência cresce do início para o fim da estação chuvosa (Zambolim *et al.*, 1997).

Trabalhos relacionados com incidência de ferrugem nas lavouras de café adultas, irrigadas e/ou fertirrigadas, são raros. Carvalho (1998) trabalhou com avaliações de incidência da ferrugem em cafeeiro irrigado por diferentes sistemas na cidade de Araguari, no Triângulo Mineiro, onde ocorre déficit hídrico para a cultura do café. O autor observou que o aumento da lâmina de água utilizada na irrigação por gotejamento diminuiu a incidência da ferrugem, sendo, portanto, resultado diferente do obtido no presente trabalho. O mesmo autor observou, ainda, na área irrigada com pivô central, vários picos da doença, ou seja, a ferrugem passou a apresentar comportamento cíclico, provavelmente devido ao maior período de molhamento foliar que o sistema proporcionou, devendo-se considerar, ainda, as modificações no padrão vegetativo das plantas.

Deficiências nutricionais devem ser levadas em consideração para o controle das doenças que incidem sobre o cafeeiro (Zambolim, Martins e Chaves, 1985). Neste trabalho, em café com 12 anos de cultivo, os diferentes parcelamentos da adubação não influenciaram o progresso da ferrugem. Uma

explicação para isso pode ser o fato de que a dosagem total de nutrientes aplicada em todos os tratamentos foi exatamente a mesma e os diferentes parcelamentos de adubação supriram as necessidades das plantas.

As informações disponíveis na literatura sobre o efeito da nutrição mineral do cafeeiro no desenvolvimento da ferrugem são escassas, no entanto, Carvalho (1991) observou que baixos níveis de potássio favoreceram o desenvolvimento da doença.

Vários trabalhos demonstraram que a intensidade da ferrugem sobre o cafeeiro é maior quando há alta carga de frutos pendentes na planta, quando ocorre baixa relação folha/fruto, quando ocorre molhamento foliar contínuo, temperaturas entre 21-23°C e umidade relativa alta (Silva-Acuña, 1985; Carvalho, 1991; Zambolim *et al.*, 1997, Chalfoun, 1997; Carvalho e Chalfoun, 1998).

Bock (1962) cita que a quantidade de inóculo residual existente no fim da estação seca e o grau de enfolhamento da árvore no transcorrer da estação chuvosa também interfere na incidência da ferrugem.

Na análise da curva de progresso da doença nas subparcelas (épocas de irrigação e testemunhas), foram verificadas maiores incidências nos meses de julho a outubro, atingindo níveis de até 50% (Figura 1). Com relação aos parcelamentos de adubação, foram observadas incidências máximas (mais de 40%) também nos meses de julho a outubro, e a partir daí a taxa de progresso tornou-se negativa (Figura 2).

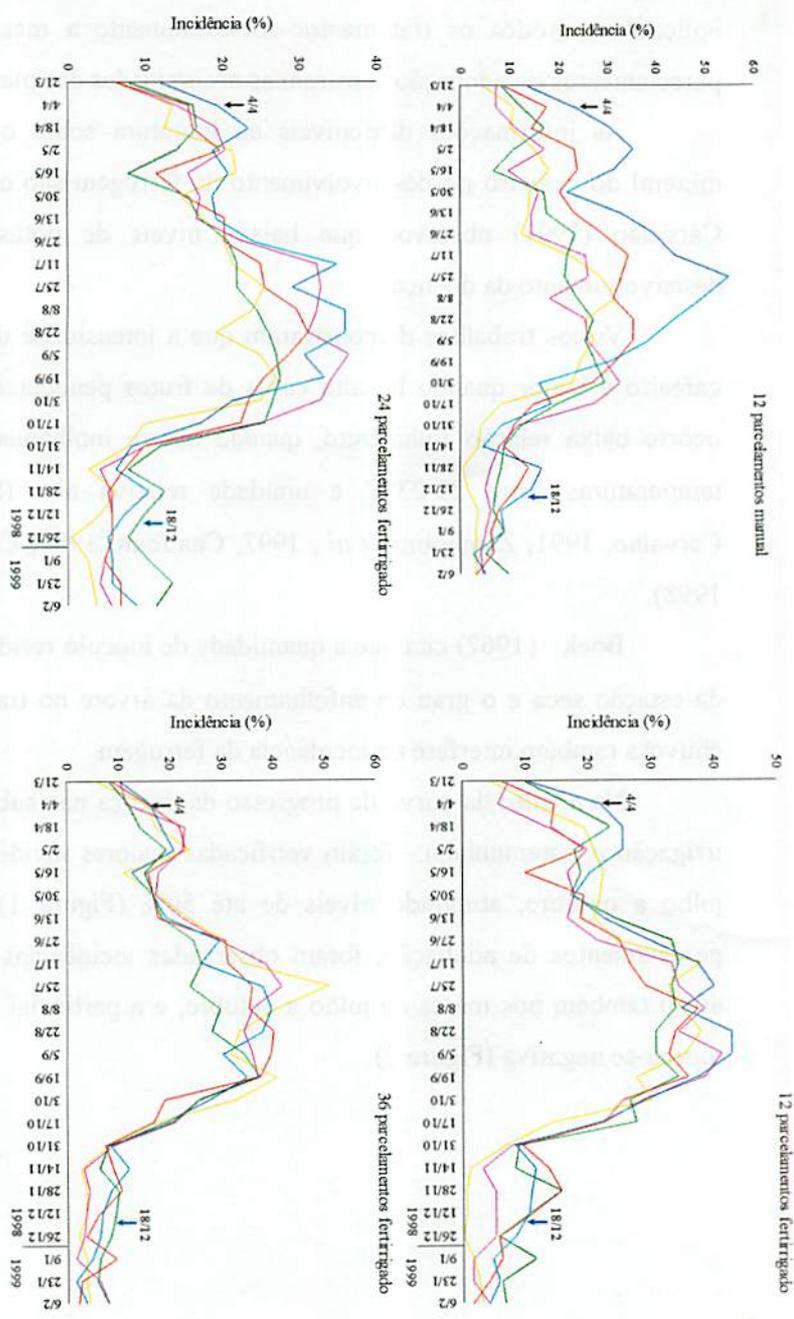


FIGURA 1. Curvas de progresso da ferrugem do café em diferentes parcelamentos de adubação e diferentes épocas de início de irrigação (subparcelas A, B, C) e testemunhas (subparcelas D, E).

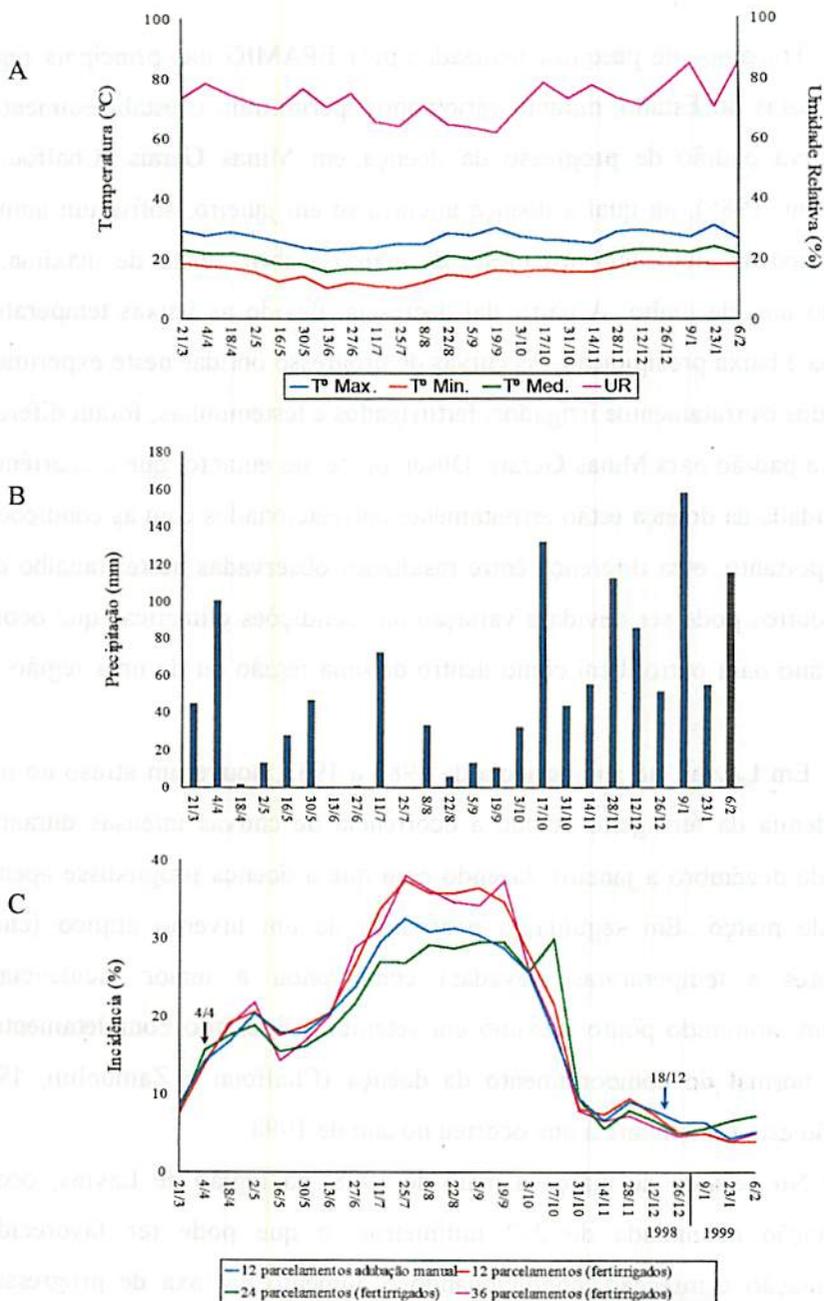


FIGURA 2. Comportamento das variáveis climáticas (A, B) e progresso da incidência da ferrugem do cafeeiro em diferentes parcelamentos de adubação (C) de 21 de março de 1998 a 6 de fevereiro de 1999.

Trabalhos de pesquisa realizados pela EPAMIG nas principais regiões cafeeicultoras do Estado, durante vários anos, permitiram o estabelecimento de uma curva padrão de progresso da doença em Minas Gerais (Chalfoun e Zambolim, 1985), na qual a doença iniciava-se em janeiro, sofria um aumento logarítmico na incidência nos meses de março a abril, ponto de máxima, por volta do mês de junho. A partir daí decrescia, devido às baixas temperaturas, desfolha e baixa precipitação. As curvas de progresso obtidas neste experimento, para todos os tratamentos irrigados, fertirrigados e testemunhas, foram diferentes da curva padrão para Minas Gerais. Observou-se, no entanto, que a ocorrência e a severidade da doença estão estreitamente correlacionados com as condições do clima, portanto, essa diferença entre resultados observadas neste trabalho e em vários outros pode ser devida à variação nas condições climáticas que ocorrem de um ano para outro, bem como dentro de uma região ou de uma região para outra.

Em Lavras, no ano agrícola de 1982 a 1983, houve um atraso no início da epidemia da ferrugem, devido a ocorrência de chuvas intensas durante os meses de dezembro a janeiro, fazendo com que a doença progredisse apenas a partir de março. Em seguida, a ocorrência de um inverno atípico (chuvas frequentes e temperaturas elevadas) condicionou a maior incidência da ferrugem, atingindo ponto máximo em setembro, diferindo completamente do padrão normal do comportamento da doença (Chalfoun e Zambolim, 1985), condição esta semelhante à que ocorreu no ano de 1998.

No período de março a maio de 1998, na região de Lavras, ocorreu precipitação acumulada de 232 milímetros, o que pode ter favorecido a disseminação e infecção, condicionando o aumento na taxa de progresso da doença a partir do mês de junho, atingindo pontos de máxima nos meses de julho a outubro. A partir daí, houve um ponto de inflexão da curva de progresso da doença (Figura 2).

Silva-Acuña *et al.* (1998), observando a sazonalidade da ferrugem na cidade de Patricínio-MG, nos anos agrícolas de 1992 a 1994, verificou que a partir de janeiro iniciou-se o aumento gradativo da incidência, atingindo o ponto de máxima entre maio e junho. Após a colheita dos frutos, houve inflexão da curva e a taxa de progresso tornou-se negativa, atingindo o valor mínimo de incidência entre outubro e dezembro.

Oseguera (1980), estudando o progresso da ferrugem do cafeeiro em Ponte Nova-MG, observou picos na incidência da doença nos meses de março, abril e maio. Kushalappa e Chaves (1980) encontraram, em Viçosa-MG, alta incidência da ferrugem de janeiro a março. Souza (1980), monitorando a incidência da ferrugem, observou pontos de máxima incidência nos meses de maio a julho na cidade de Alfenas-MG. Akutsu (1981), estudando a curva de progresso da doença em Ponte Nova-MG, verificou que a incidência máxima ocorreu nos meses de março a maio. Observa-se, assim, grande variação com relação aos períodos de máxima incidência da doença, tanto de um ano para outro quanto de uma região para outra.

Assim sendo, consolida-se a idéia de Chalfoun (1997), na qual o progresso da doença está condicionado às variações nas condições climáticas de cada ano agrícola e local de produção. O ano de 1998 foi atípico em relação ao clima, e a curva de progresso da ferrugem foi deslocada para agosto/setembro na maioria das regiões produtoras de Minas Gerais. A quantidade de inóculo inicial também pode influenciar o progresso da ferrugem do cafeeiro, afetando o ponto de inflexão da doença.

No teste de correlação da doença com as variáveis climáticas foram obtidas correlações negativas em todos os casos (1% de probabilidade), com exceção da temperatura máxima (Tabela 4). Assim, à medida que a temperatura mínima e média, precipitação e umidade relativa do ar diminuem, a incidência da doença aumenta. As correlações são condizentes com as observações dos

gráficos das variáveis climáticas (Figura 2). Realmente, os pontos de máxima incidência de ferrugem ocorrem nos pontos de inflexão das curvas das variáveis climáticas.

**TABELA 4.** Teste de correlação dos dados climáticos de temperatura máxima, mínima e média, precipitação e umidade relativa do ar com a incidência da ferrugem nos diferentes parcelamentos de adubação

Número parcelamentos	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
12 (manual)	-0,33NS	-0,74**	-0,60**	-0,59**	-0,73**
12 (fertirrigado)	-0,29NS	-0,71**	-0,57**	-0,56**	-0,73**
24 (fertirrigado)	-0,26NS	-0,67**	-0,53**	-0,54**	-0,70**
36 (fertirrigado)	-0,27NS	-0,69**	-0,55**	-0,59**	-0,72**

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

NS – Não significativo

As aplicações de oxiclreto de cobre nos dias 4 de abril e 18 de dezembro de 1998, com finalidade de fornecer o micronutriente às plantas, não apresentou efeito fungicida, pois observou-se que a subparcela E, que não recebeu aplicação de cobre via foliar, apresentou queda na incidência, semelhante aos demais tratamentos. Isto indica que a taxa de progresso negativa ocorreu devido a algum fator climático desfavorável ao patógeno, que afetou a intensidade da doença em toda a área experimental.

## 5.2 Cercosporiose do cafeeiro

A incidência da cercosporiose do cafeeiro foi influenciada pelos diferentes parcelamentos de adubação (12 parcelamentos distribuídos

manualmente, 12 parcelamentos fertirrigados, 24 parcelamentos fertirrigados e 36 parcelamentos fertirrigados) (Tabela5).

TABELA 5. Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência da cercosporiose do cafeeiro em quatro tratamentos.

Tratamentos	AACPD*
1: 12 parcelamentos (manual)	6204,7a
2: 12 parcelamentos (fertirrigação)	7132,0b
3: 24 parcelamentos (fertirrigação)	6029,0a
4: 36 parcelamentos (fertirrigação)	6967,1b

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação em 12 parcelamentos de adubação, distribuídos manualmente, e a aplicação em 24 parcelamentos de adubação, via água de irrigação, apresentaram menores áreas abaixo da curva de progresso da doença para a incidência da cercosporiose.

Em condições de campo, a cercosporiose, no Brasil, causa grandes perdas na produção em lavouras mal conduzidas, onde há deficiência e falta de equilíbrio dos nutrientes. Nestas condições, pode ocorrer estresse nutricional e conseqüentemente aumento na intensidade da cercosporiose (Zambolim *et al.*, 1997; Chalfoun, 1997; Carvalho e Chalfoun, 1998).

Fernandez-Borrero, Mestre e Lopez-Duque (1966) demonstraram que uma boa fertilização do cafeeiro levou a uma baixa incidência da cercosporiose e considera que plantas de café deficientes em nitrogênio são mais suscetíveis à doença. Pozza (1999), estudando aspectos da nutrição do cafeeiro com relação à

cercosporiose, observou que desequilíbrios nutricionais em relação aos teores de nitrogênio e potássio levaram à maior intensidade da cercosporiose.

Nas condições deste experimento, em lavoura com 12 anos de cultivo, a dosagem do adubo foi a mesma em todos os tratamentos, diferindo os parcelamentos. Nesse caso, a diferença detectada na AACPD foi devida à melhor distribuição e combinação dos nutrientes que tornaram-se disponíveis às plantas de acordo com as suas necessidades e no momento adequado, proporcionando menor incidência da cercosporiose.

Esse resultado mostra que não basta simplesmente definir a dosagem ideal de adubo a ser aplicada nos cafezais. De acordo com os resultados, a maneira como é distribuído e o intervalo de tempo podem alterar o patossistema, principalmente com relação à cercosporiose.

A incidência da cercosporiose foi também influenciada pelas diferentes épocas de início de irrigação (subparcela A: irrigação a partir de 1° de junho, B: irrigação a partir de 15 de julho, C: irrigação a partir de 1° de setembro) e testemunhas (subparcela D: adubada manualmente em 4 vezes e não irrigada, E: manejo convencional, não irrigada) (Tabela 6).

Observou-se que as diferentes épocas de início da irrigação apresentaram valores da AACPD menores e iguais entre si, seguidas pela testemunha adubada em 4 vezes e não irrigada, e dentre todas, a testemunha que recebeu manejo convencional e não foi irrigada apresentou maior AACPD.

**TABELA 6. Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência da cercosporiose do cafeeiro em cinco subparcelas.**

<b>Subparcelas</b>	<b>AACPD*</b>
A= irrigação de 1º de junho a outubro	5372,0a
B= irrigação de 15 de julho a outubro	4795,9a
C= irrigação de 1º de setembro a outubro	4984,6a
D= não irrigada (4 parcelamentos)	7888,7b
E= não irrigada (manejo convencional)	9874,7c

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados estão de acordo com vários autores (Echandi, 1959; Siddiqi, 1970; Fernandez-Borrero, Mestre e Lopez-Duque, 1966; Fernandez-Borrero e Lopez-Duque, 1971; Santos *et al.*, 1985; Mansk, 1990; Chalfoun, 1997; Carvalho e Chalfoun, 1998), os quais afirmam ser a deficiência hídrica, associada à má absorção de nutrientes, responsáveis pela maior intensidade da cercosporiose.

Não houve diferença significativa entre as diferentes épocas de início de irrigação, porém ocorreu diferença entre as épocas e testemunhas. A subparcela D recebeu a mesma dosagem de adubo, porém parcelada em 4 vezes, e o mais importante, não recebeu lâmina de irrigação. Neste ponto, a deficiência hídrica influenciou a maior incidência da cercosporiose, provavelmente por impedir a absorção adequada de nutrientes pelas plantas. A subparcela E também não recebeu lâmina de irrigação e apresentou maior AACPD dentre todas as subparcelas. Este fato pode ser devido à falta de água e à diferente formulação e quantidade do adubo aplicado no solo. As adubações foliares também foram diferentes, podendo ter sido insuficientes ou inadequadas à condução da cultura, proporcionando maior intensidade da doença.

Os dados consolidam os resultados de Echandi (1959), o qual demonstrou que a incidência e a severidade da cercosporiose foram menores em plantas de café irrigadas em relação às plantas desprovidas de irrigação, concluindo que condições de déficit hídrico favoreceram o progresso da doença.

No Brasil, a doença tem sido severa em lavouras mal conduzidas, onde há deficiências e falta de equilíbrio dos nutrientes, e em condições de deficiência hídrica (Zambolim *et al.* 1997). Os resultados do presente trabalho mostraram que a falta de umidade do solo pode condicionar a planta a menor absorção de nutrientes, ficando debilitada e mais suscetível ao ataque de *C. coffeicola*.

A função do gotejamento na fertirrigação é enviar água e nutrientes diretamente às raízes da planta. O gotejamento não promove o molhamento foliar favorável à germinação dos esporos do fungo. Esse sistema também pode trazer maiores benefícios às plantas, tornando-as mais vigorosas e resistentes ao patógeno. Rotem e Palti (1969), afirmam que, para doenças foliares, os efeitos da umidade do solo limitam-se ao hospedeiro por meio de crescimentos periódicos suscetíveis a certas doenças e efeitos na turgidez da folha. Os mesmos autores relatam, ainda, que a turgidez da folha tornou plantas de banana e de feijão suscetíveis a *Cercospora musae* e *Colletotrichum lindemuthianum*, respectivamente. A alta turgidez da folha tenderia a manter os estômatos abertos, o que facilitaria a penetração dos patógenos.

Apesar de *C. coffeicola* penetrar na folha através dos estômatos (Echandi, 1959; Siddiqi, 1970), no presente trabalho, a possível turgidez das folhas de café, devido às plantas receberem água via irrigação, não as tornou suscetíveis a esse patógeno, consolidando a teoria de que áreas com déficit hídrico condicionam a menor absorção de nutrientes e tornam as plantas passíveis de serem infectadas pelo patógeno.

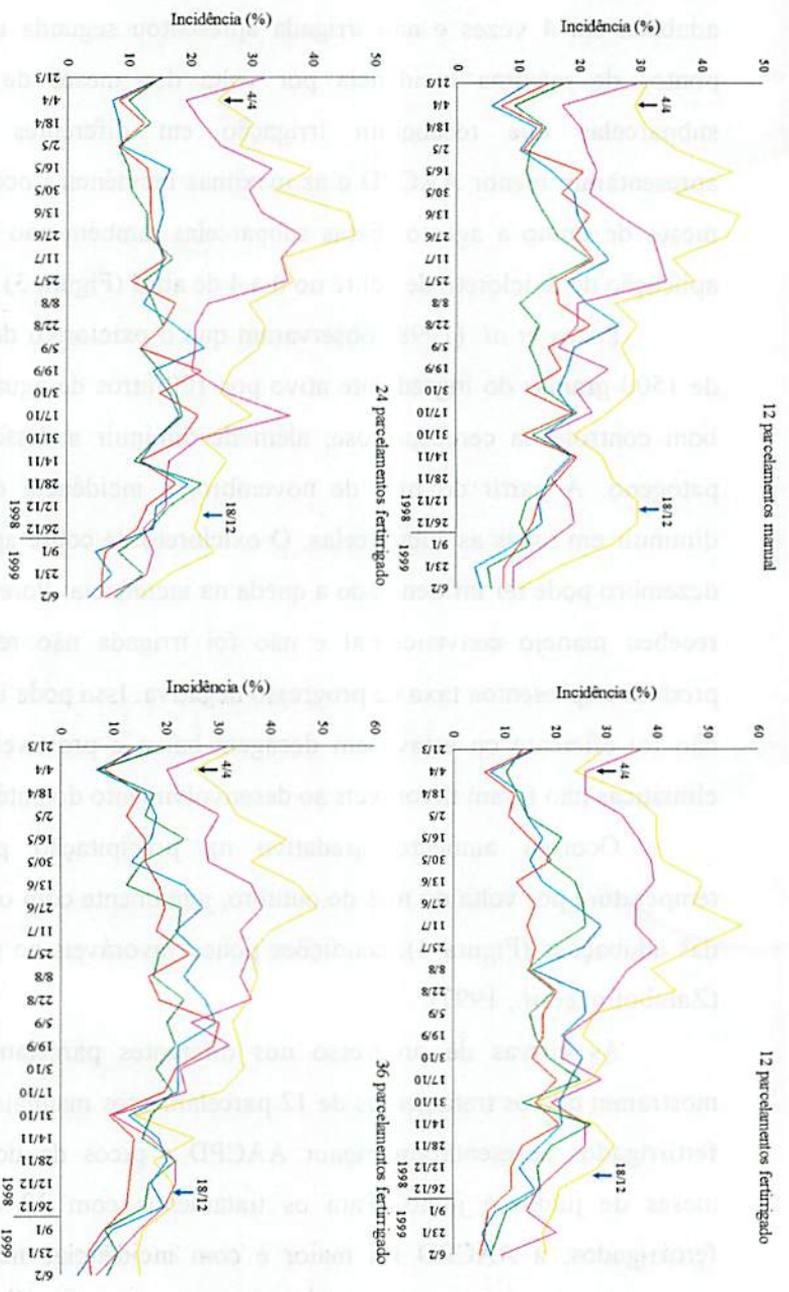
A análise das curvas de progresso da doença mostra que na testemunha com manejo convencional não irrigada, a qual apresentou maior AACPD, o pico

na incidência ocorreu por volta dos meses de maio e junho. A testemunha adubada em 4 vezes e não irrigada apresentou segunda maior AACPD, com pontos de máxima incidência por volta dos meses de maio a julho. As subparcelas que receberam irrigação em diferentes épocas de início apresentaram menor AACPD e as máximas incidências ocorreram por volta dos meses de junho a agosto. Estas subparcelas também não foram afetadas pela aplicação de oxiclreto de cobre no dia 4 de abril (Figura 3).

Pozza *et al.* (1998) observaram que o oxiclreto de cobre, na dosagem de 1500 gramas do ingrediente ativo por 100 litros de água, pode proporcionar bom controle da cercosporiose, além de diminuir a desfolha provocada pelo patógeno. A partir do mês de novembro, a incidência da doença passou a diminuir em todas as subparcelas. O oxiclreto de cobre aplicado no dia 18 de dezembro pode ter influenciado a queda na incidência. Porém, a testemunha que recebeu manejo convencional e não foi irrigada não recebeu aplicação do produto e apresentou taxa de progresso negativa. Isso pode indicar que o produto não foi eficiente ou estava em dosagem baixa e provavelmente as condições climáticas não foram favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

Ocorreu aumento gradativo na precipitação pluviométrica e na temperatura por volta do mês de outubro, juntamente com o início do calendário das adubações (Figura 4), condições pouco favoráveis ao progresso da doença (Zambolim *et al.*, 1997).

As curvas de progresso nos diferentes parcelamentos de adubação mostraram que os tratamentos de 12 parcelamentos manuais e 24 parcelamentos fertirrigados apresentaram menor AACPD e picos da doença por volta dos meses de junho e julho. Para os tratamentos com 12 e 36 parcelamentos fertirrigados, a AACPD foi maior e com incidências máximas também nos meses de junho e julho (Figura 4).



— A 1º junho    — B 15 julho    — C 1º setembro    — D - não irrigado    — E - não irrigado  
Aduçado em 4 vezes    Manejo convencional

→ 04/04/1998 e 18/12/1998 – oxitetracina de cobre 50%, 60 g/15 litros (exceção da subparcela E)

**FIGURA 3.** Curvas de progresso da cercariorrose do café em diferentes parcelamentos de adubação e diferentes épocas de início de irrigação (subparcelas A, B, C) e testemunhas (subparcelas D, E).

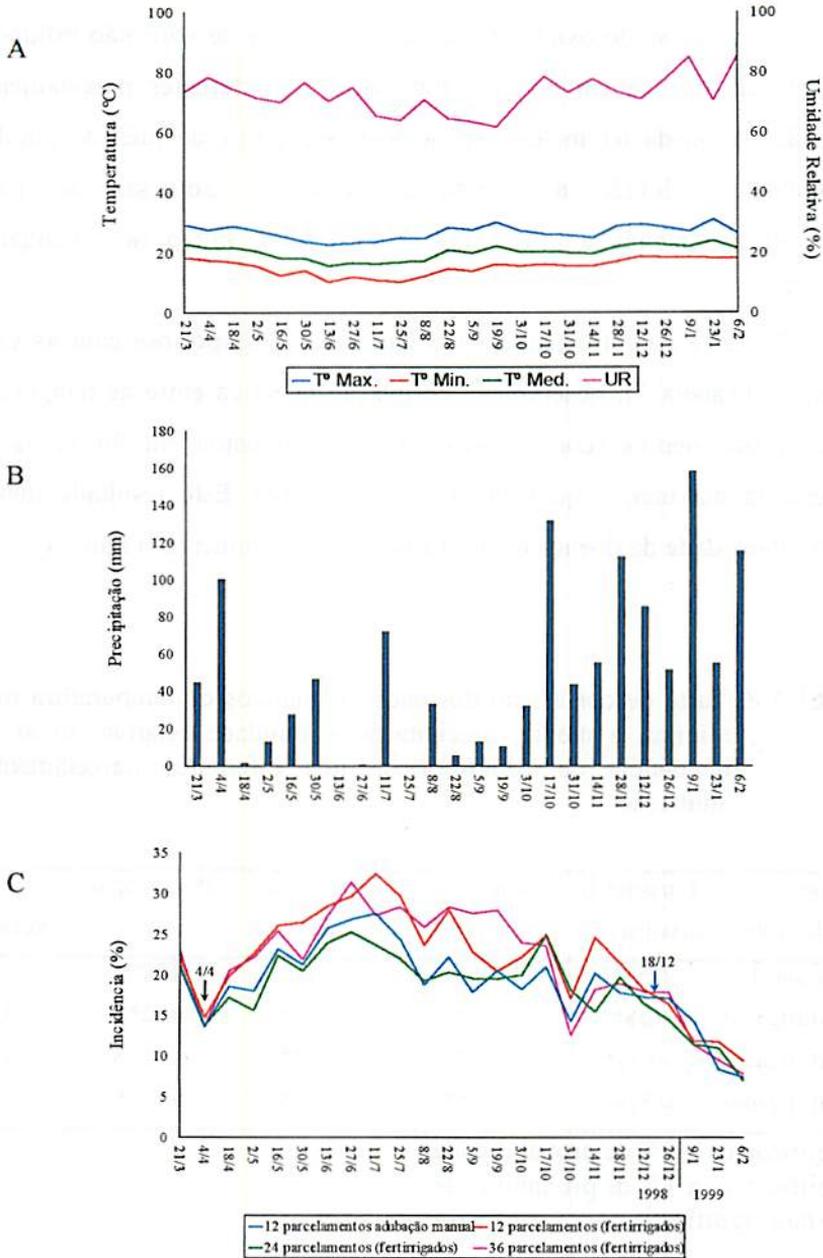


FIGURA 4. Comportamento das variáveis climáticas (A, B) e progresso da incidência da cercosporiose do café em diferentes parcelamentos de adubação (C) de 21 de março de 1998 a 6 de fevereiro de 1999.

A aplicação de oxiclureto de cobre no dia 4 de abril não influenciou o progresso da doença em nenhum tratamento de diferentes parcelamentos de adubação. A queda na incidência da doença a partir do mês de outubro foi provavelmente devido às condições climáticas adversas ao patógeno (temperaturas amenas e início das chuvas) e ao início do calendário das adubações.

No teste de correlação da incidência da cercosporiose com as variáveis climáticas (Tabela 7), observou-se correlação negativa entre as temperaturas e todos os tratamentos (com exceção do parcelamentos em 36 vezes com a temperatura máxima, o qual não foi significativo). Este resultado demonstra menor intensidade da doença quando a temperatura aumenta (Figura 4).

**TABELA 7.** Teste de correlação dos dados climáticos de temperatura máxima, mínima e média, precipitação e umidade relativa do ar com a incidência da cercosporiose nos diferentes parcelamentos de adubação.

Número parcelamentos	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
12 (manual)	-0,55**	-0,75**	-0,71**	-0,47*	-0,48*
12 (fertirrigado)	-0,58**	-0,81**	-0,75**	-0,52**	-0,55**
24 (fertirrigado)	-0,46*	-0,70**	-0,63**	-0,43NS	-0,52**
36 (fertirrigado)	-0,36NS	-0,73**	-0,61**	-0,64**	-0,68**

\* Significativo a 5% de probabilidade.

\* Significativo a 1% de probabilidade

\*NS- não significativo

Entre a precipitação e a incidência da doença, não houve correlação no tratamento com 24 parcelamentos. Nos parcelamentos restantes, houve

correlação negativa, indicando que maiores precipitações levam a menor incidência da doença. Houve correlação negativa entre a incidência da doença e a umidade relativa do ar. (Tabela 7). Esse resultado também pode ser visualizado no gráfico das precipitações em comparação com o gráfico da incidência da doença (Figura 4). Períodos de estiagem prolongada favorecem a incidência da doença pelo fato das plantas tomarem-se deficientes em nutrientes (Zambolim *et al.*, 1997).

## 6 CONCLUSÕES

a) A incidência da ferrugem do cafeeiro, em plantas de 12 anos, não foi influenciada pelos diferentes parcelamentos de adubação, assim como pelas diferentes épocas de início de irrigação por gotejamento e testemunhas;

b) Períodos de máxima incidência da ferrugem ocorreram por volta dos meses de julho a setembro;

c) A incidência da ferrugem do cafeeiro aumentou com a redução da temperatura mínima e média, precipitação e umidade relativa do ar;

d) Com relação à cercosporiose, observou-se que 12 parcelamentos de adubação, distribuídos manualmente, e 24 parcelamentos de adubação, via água de irrigação, apresentaram menores áreas abaixo da curva de progresso da doença;

e) Nas diferentes épocas de início de irrigação, as incidências da cercosporiose foram menores e iguais entre si, seguidas pela testemunha não irrigada, adubada em 4 vezes, e dentre todas, a testemunha não irrigada, manejo convencional, apresentou maior incidência da doença;

f) Pontos de máxima incidência da cercosporiose do cafeeiro ocorreram nos meses de junho e julho;

g) A incidência da cercosporiose aumentou à medida que a temperatura e a precipitação diminuíram, na maioria dos tratamentos;

i) A incidência da cercosporiose aumentou à medida que a umidade relativa do ar diminuiu, em todos os tratamentos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKUTSU, M. **Relações de funções climáticas e bióticas com a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*)**. Viçosa:UFV, 1981. 67p. (Tese – Mestrado em Fitopatologia)
- BOCK, R. **Seasonal peridiocity leaf rust and factor the severity of outbreaks in Kenya colony**. **Transactions British Mycological Society**, London, v.45, n.3, p.289-300, 1962.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New york: J. Wiley, 1990, 532p.
- CARVALHO, A.M.C. **Progresso da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em diferentes sistemas de irrigação**. Uberlândia: UFU, 32p. 1998. (Monografia – Para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo).
- CARVALHO, V.L. de. **Influência de níveis de produção sobre a evolução da ferrugem e a composição química das folhas do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 1991, 85p. (Dissertação- Mestrado em Fitossanidade).
- 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.
- CHALFOUN, S.M. **Doenças do cafeeiro: importância, identificação e métodos de controle**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997, 96p.
- CHALFOUN, S.M.; ZAMBOLIM, L. **Ferrugem do cafeeiro**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.42-46, jun. 1985.
- 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, abr-jun. 1959.
- FERNANDEZ-BORRERO, O.; LOPEZ-DUQUE, S. **Fertilizacion de plantulas de café e su relacion com la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*, Berk & Cooke)**. **Cenicafe**, Caldas, Colômbia, v.22, n.4, p.95-108, out. 1971.

- FERNANDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A.M.; LOPEZ-DUQUE, S. Efecto de la fertilizacion en la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en frutos de café. *Cenicafe*, Caldas, Colômbia, v.7, n.1. p.5-16, jan-mar. 1966.
- GODOY, C.V., BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C.L. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: KIMATI, H. *Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas e seu controle*. 3 ed, São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.184-200, 1997.
- KUSHALAPPA, A.C.; CHAVES, G.M. An analysis of the development of coffee rust in the field. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.5, n.1, p.95-113, fev. 1980.
- MANSK, Z. Doenças do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16. Espírito Santo do Pinhal: Faculdade de Agronomia e Zootecnia. *Resumos...* Rio de Janeiro, p.61-77, 1990.
- NUTMAN, E. J. Method of uredospore dispersal of the coffee leaf rust fungus *Hemileia vastatrix*. *Transactions British Mycological Society*, London, v.43, n.3, p.509-515, 1960.
- OSEGUERA, S.V. Efeito de fatores biológicos e climáticos sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) do cafeeiro. Viçosa:UFV, 1980. 57p. (Dissertação: Mestrado em fitopatologia)
- POZZA, A.A.A. Influência da nutrição nitrogenada e potássica na intensidade da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) em mudas de cafeeiro. Viçosa, MG: UFV, 1999. 70p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- POZZA, A.A.A.; ZAMBOLIM, L.; POZZA, E.A.; COSTA, H.;RIBEIRO do VALE, F.X. Controle químico da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro em condições de viveiro. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.22, n.4, p.543-545, dez. 1998.
- ROTEM, J.; PALTÍ, J. Irrigation and plant diseases. *Annual Review of Phytopathology*. Palo Alto, Califórnia, v.7, p.267-288, 1969.

- SANTINATO, R.; GONZAGA, A., NEVES, C.P.; SENNA, C.A.; SILVA, A.A. Modo de adubação NK no cafeeiro irrigado por gotejamento em região com déficit hídrico limitante à cultura de *Coffea arábica* – fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 15, Resumos... Maringá. P.225-227. 1989.
- SANTOS, F.A.S.; MATIELLO, J.B., RIBEIRO, R.W.C.; SANTINATO, R. Épocas de controle da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) no estado de Pernambuco – Garanhuns. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12, Caxambu. Resumos... Rio de Janeiro: IBC, p.182-183, 1985.
- 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.). Viçosa: UFV, 1985. 91p. (Dissertação- Mestrado em Fitopatologia).
- 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, dez. 1998.
- SOUZA, S.M.C. Importância da chuva e da temperatura do ar na incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) em cafeeiros, de três localidades do estado de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1980. 50p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M.C. del P. & CHAVES, G.M. Café. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 11, n. 131, p.64-75, nov. 1985.
- ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; RIBEIRO do VALE, F.X.; PEREIRA, A.A. Manejo integrado das doenças do cafeeiro em cultivo adensado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, Londrina, Anais..., Londrina: IAPAR, p.151-182, 1994.

ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças. In: RIBEIRO DO VALE, F. X.; ZAMBOLIM, L. Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa: Departamento de Fitopatologia; Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, v.2, p.83-179, 1997

## ANEXOS

### ANEXO A

Página

TABELA 1A	Análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem, em função de lâminas de irrigação (tratamento primário) e de parcelamentos de adubação (tratamento secundário) e da interação entre ambos.....	86
TABELA 2A	Análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência da cercosporiose do cafeeiro em função de lâminas de irrigação (tratamento primário) e de parcelamentos de adubação (tratamento secundário) e da interação entre ambos.....	86
TABELA 3A	Análise de variância para lâminas (L) e lâminas ao quadrado (L <sup>2</sup> ).....	87

## ANEXO A

**TABELA 1A.** Análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem, em função de lâminas de irrigação (tratamento primário) e de parcelamentos de adubação (tratamento secundário) e da interação entre ambos.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina (L)	4	1482,9	0,68	0,61NS
Adubação (A)	2	344,14	0,16	0,85NS
L * A	8	4397,16	2,01	0,066NS
Resíduo	45	2187,48		
CV = 87,01				

**TABELA 2A.** Análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência da cercosporiose do cafeeiro em função de lâminas de irrigação (tratamento primário) e de parcelamentos de adubação (tratamento secundário) e da interação entre ambos.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina (L)	4	723084,37	3,05	0,027*
Adubação (A)	2	123597,19	0,52	0,597NS
L * A	8	97840,70	0,41	0,907NS
Resíduo	45	529984,55		
CV = 92,00				

TABELA 3A. Análise de variância para lâminas (L) e lâminas ao quadrado (L<sup>2</sup>).

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Lâmina (L)	1	1757731,224	8,21	0,0058**
L <sup>2</sup>	1	812014,388	3,79	0,0564NS
Resíduo	57	214059,758		
CV = 87,79				

**ANEXO B**

**Página**

<b>TABELA 1B</b>	<b>Análise de variância sobre a AACPD em função de diferentes parcelamentos de adubação, diferentes épocas de início de irrigação.....</b>	<b>89</b>
<b>TABELA 2B</b>	<b>Análise de variância sobre a AACPD da cercosporiose do cafeeiro em função de diferentes parcelamentos de adubação, diferentes épocas de início de irrigação.....</b>	<b>89</b>

## ANEXO B

**TABELA 1B. Análise de variância sobre a AACPD em função de diferentes parcelamentos de adubação, diferentes épocas de início de irrigação.**

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Bloco	3	4248168,80	1,39	0,254NS
Tratamento (T)	3	2791530,63	0,92	0,439NS
Subtratamento (S)	4	6674970,87	2,19	0,0817NS
T * S	12	2656209,51	0,87	0,580NS
Resíduo	57	173841661,19		
CV = 29,6				

**TABELA 2B. Análise de variância sobre a AACPD da cercosporiose do cafeeiro em função de diferentes parcelamentos de adubação, diferentes épocas de início de irrigação.**

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Bloco (B)	3	4644991,0	5,73	0,002**
B * T	9	1318607,2	1,63	0,135NS
Tratamento (T)	3	5992995,0	7,39	0,0004**
Subtratamento (S)	4	79021197,5	97,45	0,0001**
T * S	12	909219,5	1,12	0,3659NS
Resíduo	48	38922857,4		
CV = 13,67				

