

**PROGRESSO DA FERRUGEM E DA
CERCOSPORIOSE NA CULTURA DO
CAFEIRO IRRIGADO EM VÁRIAS
DENSIDADES DE PLANTIO**

BERNARDO REIS TEIXEIRA LACERDA PAIVA

2008

BERNARDO REIS TEIXEIRA LACERDA PAIVA

**PROGRESSO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE NA
CULTURA DO CAFEIEIRO IRRIGADO EM VÁRIAS
DENSIDADES DE PLANTIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Paulo Estevão de Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

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

Paiva, Bernardo Reis Teixeira Lacerda.

Progresso da ferrugem e da cercosporiose na cultura do cafeeiro irrigado em varias densidades de plantio / Bernardo Reis Teixeira Lacerda Paiva. – Lavras : UFLA, 2008.

50 p. : il.

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

Orientador: Paulo Estevão de Souza.

Bibliografia.

1. *Hemileia vastatrix*. 2. *Cercospora coffeicola*. 3. Densidades de plantio. 4. Manejos de irrigação. 5. Crescimento do cafeeiro. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7387

BERNARDO REIS TEIXEIRA LACERDA PAIVA

**PROGRESSO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE NA CULTURA DO
CAFEIRO IRRIGADO EM VÁRIAS DENSIDADES DE PLANTIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós Graduação
Stricto Sensu em Fitopatologia, para a obtenção do título de
“Mestre”.

APROVADA em 19 de setembro de 2008

Prof. Dr. Edson Ampélio Pozza - UFLA

Pesq.Dra Myriane Stella Scalco - UFLA

Prof. Dr. Paulo Estevão de Souza
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A todos os familiares, por sempre me apoiarem na minha escolha.

E a minha mãe, por sempre acreditar em meus sonhos.

OFEREÇO

A todos os produtores, pesquisadores, extensionistas e trabalhadores que estão ligados à cafeicultura e que a utilizam como meio de vida.

Em especial ao meu 'vô' João e ao meu tio Fabinho, que foram exemplos de cafeicultores.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, principalmente ao Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade de realizar o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Paulo Estevão de Souza, pela orientação, que contribuiu para a realização deste trabalho.

À professora Dra. Miriane Stella Scalco, pela co-orientação, pela confiança e pelas sugestões.

Ao professor Dr. Edson Ampélio Pozza, pela participação na banca de avaliação.

Ao professor Dr. Alberto Colombo, pela ajuda no experimento.

Aos colegas de trabalho Wezer, Mateus, Diogo e Pedro, pela contribuição a este trabalho.

A todos que de, alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação.

MUITO OBRIGADO!

BIOGRAFIA

Bernardo Reis Teixeira Lacerda Paiva nasceu em uma família tradicional na região sul do estado de Minas Gerais, na cidade de Varginha. Seus pais são Bernadete Vilela Reis Teixeira Paiva e Auro Lacerda Paiva. Tem um irmão, Vitor Reis Teixeira Lacerda Paiva e uma irmã, Bárbara Reis Teixeira Lacerda Paiva. Jovem carismático e de muita energia, cresceu circundado por familiares e amigos. Desde menino demonstrou aptidão para a área agrônômica, na qual sonhava trabalhar. Gradou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras e, durante o curso, foi bolsista de iniciação científica pelo CNPq, durante três anos consecutivos. Desenvolveu diversos trabalhos de pesquisa nas áreas da nematologia e controle químico de pragas e doenças. cursou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, também na Universidade Federal de Lavras, o qual foi concluído com a apresentação desta dissertação. Atualmente trabalha com cafeicultura e desenvolvimento de novos produtos químicos para controle de pragas e doenças do cafeeiro.

Julio Maia

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Irrigação na cafeicultura	3
2.2 Densidades de plantio dos cafeeiros	6
2.3 Ferrugem do cafeeiro	8
2.4 Cercosporiose do cafeeiro.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Caracterização geral do experimento.....	14
3.2 Tratos culturais	14
3.3 Tratamentos fitossanitários	15
3.4 Adubações.....	15
3.5 Delineamento experimental	15
3.6 Tratamentos	16
3.7 Irrigação	16
3.8 Manejo da irrigação	17
3.9 Avaliações das doenças	18
3.10 Avaliação do enfolhamento	18
3.11 Área abaixo da curva de progresso da doença e do enfolhamento (AACPD e AACPE)	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Enfolhamento do cafeeiro.....	20
4.2. Ferrugem do cafeeiro	23
4.3. Cercosporiose do cafeeiro.....	29
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
Anexos	49

RESUMO

PAIVA, Bernardo Reis Teixeira Lacerda. **Progresso da ferrugem e da cercosporiose na cultura do cafeeiro irrigado, em várias densidades de plantio**. 2008. 62p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)* - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

A cafeicultura atual tem adotado novas tecnologias de condução e manejo da lavoura, como irrigação, fertirrigação e adensamentos, visando aumentar a produtividade e, conseqüentemente, a margem de lucro. O presente trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar o efeito de diferentes manejos de irrigação aplicada em quatro densidades de plantio, sob sistema de gotejamento, na incidência e na severidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro e avaliar a influência do enfolhamento na curva de progresso dessas doenças. O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, utilizando-se a cultivar Rubi MG-1192, com 6 anos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro parcelas, representadas pelas densidades de plantio (convencionais e adensados): 2.500 (4,0x1,0m), 3.333 (3,0x1,0m), 5.000 (2,0x1,0m) e 10.000 (2,0x0,5m) plantas/ha, quatro subparcelas, sendo: irrigação quando a tensão da água no solo atingir valores de 20 e 60kPa; irrigações utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPPLUS), perfazendo um total de 16 tratamentos. Cada linha da subparcela foi constituída por 10 plantas, sendo consideradas como plantas úteis as seis centrais. Foram avaliadas a incidência e a severidade das doenças e a porcentagem de enfolhamento das plantas de cafeeiros. Após análise estatística, os dados foram convertidos em área abaixo da curva de progresso das doenças e do enfolhamento. Verificou-se que os manejos de irrigação influenciaram a incidência da cercosporiose e o enfolhamento. Porém, não interferiu na incidência e severidade da ferrugem. Os sistemas de plantios adensados favoreceram a incidência da ferrugem e, ao mesmo tempo, reduziram a incidência da cercosporiose. Entretanto, as densidades de plantio não interferiram no enfolhamento. Não houve efeito significativo da interação densidades de plantio versus manejos de irrigação para enfolhamento, ferrugem e cercosporiose.

*Comitê Orientador: Dr. Paulo Estevão de Souza - UFLA (Orientador) e Dra. Myriane Stella Scalco – UFLA (Co-orientadora)

ABSTRACT

PAIVA, Bernardo Reis Teixeira Lacerda. **Progress of rust and cercosporiosis in irrigated cultivation of coffee in various densities of planting.** 2008. 60p. Dissertation (Masters in Plant) * - Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil.

The current coffee has been adopted new technologies to conduct and to manage crop, such as irrigation, fertigation and high plant densities in order to increase productivity and consequently, the profit. The aim of this study was to evaluate the effect of different irrigation methods applied in four plant densities by a drip system, its relation with the incidence and severity of rust and cercosporiosis in coffee and to verify the influence of leafing in the progress curve of these diseases. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal University of Lavras - MG, using the cultivar "Rubi", MG-1192 with 6 years of implantation. The experimental design was in blocks at random with four replications. The treatments consisted of four units represented by different plant densities (conventional and not conventional): 2,500 (4.0 x1, 0m), 3,333 (3.0 x1, 0m), 5,000 (2.0 x1, 0m), 10,000 (2.0 x0, 5m) plants / ha, with four subunits: the irrigation when water tension in the soil reaches values of 20 and 60kPa; irrigation using water balance management (calculated by the software IRRIPPLUS), in a total of 16 treatments. Each subunit line consisted of 10 plants and were considered as useful plants the six central plants. We evaluated the incidence and severity of disease and the percentage of leafing of coffee plants. After statistical evaluation, the data were converted to area under the curve of progress of diseases and leafing. The irrigation managements influenced the cercosporiosis incidence and leafing of coffee plants. However, there was no effect in rust incidence and severity. High planting densities improved the rust incidence and at the same time reduced the cercosporiosis incidence. However, the planting densities not interfered in the coffee leafing. The higher incidence and severity of cercosporiosis was observed in conventional systems. There was no relation between plant densities and irrigation management on leafing, rust and cercosporiosis in Arabian coffee.

* Committee Advisor: Dr.Paulo Estevão de Souza - UFLA (Advisor) and Dra. Miriane Stella Scalco - UFLA (Co-lead)

1 INTRODUÇÃO

A cultura do café tem importante função socioeconômica em várias regiões do país. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, tendo produzido 32 milhões de sacas (60 kg) no ano safra 2006/2007, (Conab, 2007), sendo uma das principais fontes de divisas para o país. Minas Gerais destaca-se como o maior estado produtor nacional e as regiões Sul de Minas e Oeste Mineiro produzem mais da metade do total do estado.

Devido ao aumento na demanda do produto, principalmente nos países de clima mais frio, o cultivo do café é sempre crescente. No entanto, a cultura ainda encontra problemas que contribuem para a redução da produção, podendo-se destacar uma série de doenças. Dentre estas: ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*), cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), antracnose dos frutos e seca de ponteiros (Complexo *Colletotrichum gloeosporioides* x *Phoma tarda*), mancha-aureolada (*Pseudomonas syringae* pv. *garceae*), mancha-de-phoma (*Phoma tarda*) e nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.), entre outras.

Para que a cafeicultura continue desempenhando importante papel na economia brasileira, é necessário que ela seja auto-sustentável, a partir de um conjunto de práticas de manejo, as quais devem ser empregadas de maneira correta e eficiente (Guzzo et al., 2001).

Uma prática de manejo de alta tecnologia muito utilizada é a irrigação, que está em expansão em regiões promissoras, limitadas por baixas precipitações pluviométricas anuais ou chuvas mal distribuídas. Mesmo regiões climáticas aptas para o cultivo do café, como o Sul de Minas, têm necessitado irrigação suplementar, devido ao efeito de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda hídrica, comprometendo a produtividade (Faria & Rezende, 1997).

Com a necessidade de melhorar os rendimentos e obter retornos econômicos mais rápidos na cafeicultura, tem-se utilizado a prática do plantio adensado, que se baseia em um maior número de plantas ou hastes por hectare, assim buscando um melhor aproveitamento da área (Carvalho & Chalfoun, 1998).

Tanto a irrigação como o adensamento são práticas que alteram o microclima da cultura, interferindo na luminosidade, na temperatura e na umidade relativa do ar, afetando, conseqüentemente, a intensidade de doenças no cafeeiro, como foi constatado em estudos epidemiológicos recentes (Talamini, 2003; Boldini, 2001; Santos, 2002; Miranda, 2006).

Conhecer a epidemiologia da doença e a influência do clima; conduzir o manejo eficiente da irrigação e escolher adequadamente a densidade de plantio e entender as interações favoráveis ao progresso da cultura permitem, entre outras informações, conhecer a sua máxima intensidade durante o ano, épocas nas quais tendem a crescer ou decrescer e períodos de estabilização no progresso da doença em questão. Isto constitui pré-requisito para a aplicação de medidas visando à redução de perdas da forma mais racional possível (Bergamin Filho & Amorim, 1996). Daí surgiu a necessidade de se realizar estudo que gere informações sobre as variáveis descritivas da curva de progresso dessas doenças nos mais diversos sistemas de manejos da cafeicultura.

Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar o efeito de diferentes densidades de plantio e manejos de irrigação na incidência e na severidade da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiros adulto e correlacionar o progresso da doença com o crescimento da planta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Irrigação na cafeicultura

A irrigação começou a ser utilizada no Brasil por volta de 1946, por meio de pesquisas realizadas pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Mas, somente em 1984 tornou-se prática, devido à implantação de lavouras em áreas consideradas marginais quanto ao parâmetro climático de déficit hídrico, estipulado pelo zoneamento climático nacional do extinto Instituto Brasileiro do Café, o IBC (Santinato et al., 2005).

Estas áreas marginais para o café arábica estão localizadas em partes das regiões do cerrado mineiro (Triângulo, noroeste e nordeste), do cerrado goiano (leste) e do cerrado baiano (oeste), algumas áreas do Mato Grosso, da chapada Diamantina, do agreste de Pernambuco e da serra do Baturité, no Ceará. Para o café robusta, são as regiões do sul do estado da Bahia, norte do Espírito Santo e partes de Rondônia. Estas áreas somam uma área de 140 a 150 mil hectares de café plantados e possuem mais 100 mil hectares de terras para serem explorados que, se irrigados, podem produzir de 8 a 10 milhões de sacas beneficiadas por ano, com a produtividade de 2 a 3 vezes maior que as regiões tradicionais sem irrigação (Santinato et al., 2005).

Porém, mesmo as regiões tradicionalmente produtoras e climaticamente aptas para o cultivo do café, como o Sul de Minas, têm necessitado de irrigação suplementar. Isso por causa do efeito de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda da lavoura, comprometendo a produtividade, principalmente por atuarem na fase de expansão dos grãos (Faria & Rezende, 1997).

Alves, em 1999, estudando a cultura em formação implantada com irrigação comprovou o efeito significativo sobre o crescimento e a

produtividade. Este autor observou um aumento de 53% na produção em relação à testemunha sem irrigação na primeira colheita, realizada aos 15 meses de idade.

O acompanhamento desses cafezais em segunda safra mostrou um incremento de 146% na produção comparada com a testemunha. A produtividade regular em lavouras cafeeiras no Sul de Minas e de 20 sacas por hectare, enquanto que em cafezais irrigados este valor é, geralmente, superior a 50 sacas/ha (Vilella, 2001).

O cafeeiro, para vegetar e frutificar, normalmente necessita de umidade disponível no solo durante o período de setembro/outubro a abril/maio, épocas que coincidem com a floração até o enchimento dos grãos (Santinato et al., 1988).

A cultura é bastante tolerante quanto à distribuição e à quantidade de chuva, desenvolvendo-se bem em regiões com precipitações em torno de 1.200 a 1.800 milímetros, suportando deficiências hídricas de 150 a 200 mm, quando não atinge a fase de florescimento (Guimarães & Mendes, 1998). Em regiões com déficit hídrico acima desses limites, o cultivo do café só é possível se houver o fornecimento de água pela irrigação (Venkatesulu et al., 1995). Sob condições ideais de pluviosidade, a irrigação é adotada visando aumentar a produtividade (Naylor, 1990).

A cafeicultura irrigada é uma realidade no cenário mundial, ocupando cerca de 9% de sua área plantada, permitindo situar o cafeeiro entre as principais culturas irrigadas do Brasil. Levantamentos preliminares avaliaram, no total, quase 200.000 ha irrigados (Embrapa, 1999), concentrados, principalmente, no norte do Espírito Santo, no Triângulo Mineiro e no Alto Paranaíba, em Minas Gerais e no oeste da Bahia (Mantovani, 2003).

Três estádios fonológicos do cafeeiro são críticos quanto à necessidade hídrica: fase de chumbinho (outubro a dezembro) – a deficiência hídrica severa

atrasa o crescimento dos frutos, resultando em peneiras baixas, além de reduzir a produtividade; fase de granação (janeiro a março) - deficiência hídrica afeta a granação dos frutos, aumentando o chochamento e reduzindo a produtividade; fase de maturação (abril a junho) - deficiência hídrica não afeta a maturação dos frutos já formados e nem a produção do ano, porém, afeta a "abotoação" e a frutificação do ano seguinte (Camargo, 1985; Faria & Rezende, 1997).

Scalco (2002), estudando diferentes critérios de irrigações em lavouras adensadas e não adensadas, observou aumento na produtividade de café beneficiado na primeira safra, à medida que se aumentou a lâmina de irrigação e adensamento. Houve diminuição na produtividade nos tratamentos irrigados na segunda safra, antecipando o efeito da bienalidade. No total dos dois anos permaneceu maior, principalmente com o uso de irrigação nas tensões de 60kpa e 100kpa. As médias gerais deste experimento sugerem aumentos de produtividade significativos à medida que se disponibiliza maior umidade no solo, com menores quantidades de água por aplicação e menores turnos de irrigação durante todo ano e com a utilização de um maior adensamento de plantas, tanto na linha quanto na entre linhas.

Entretanto, maior atenção deve ser dada à escolha dos sistemas de irrigação, já que, dependendo do sistema utilizado, pode haver maior predisposição da cultura ao ataque de doenças. Estudos realizados por Juliati et al. (2000), em Araguari, no Triângulo Mineiro, demonstram que a intensidade de ataque da ferrugem à cultura depende da condição de irrigação aplicada. Entre gotejamento, mangueira plástica perfurada e pivô central, houve maior intensidade da doença quando a cultura foi irrigada por mangueira plástica perfurada e pivô central, devido ao molhamento foliar, que causa microclima favorável às doenças.

Com isso, espera-se que, com o uso da irrigação, a intensidade da cercosporiose diminua e a da ferrugem aumente.

2.2 Densidades de plantio dos cafeeiros

O adensamento na cafeicultura é recomendável para o uso mais intenso da área, especialmente nas pequenas propriedades, naquelas com pouca área disponível ou nas regiões montanhosas, onde os tratos culturais são realizados manualmente (Pavan & Chaves, 1996).

Para Sera (1984), o espaçamento de plantio mais adensado se consolidou como uma das técnicas viáveis que aumentam a produtividade por hectare e diminuem o custo de produção por saca, sendo, assim, capaz de melhorar a capitalização do cafeicultor. Além disso, Miguel et al. (1986) citam, como vantagens do adensamento, menor investimento em terras e maior economia nas operações de capina, adubação e transporte. Em contrapartida, consideram como desvantagens do sistema adensado um maior investimento inicial com mudas, maior dificuldade e maior despesa nas operações de colheita e pulverizações dos cafezais, e a necessidade de adotar podas sistemáticas, exigindo maior conhecimento e mais trabalho por parte do cafeicultor (Miguel et al., 1986).

O aumento na população de plantas acarreta um acréscimo na produção de café por unidade de área nas primeiras safras, conforme Viana et al. (1978) e Siqueira et al. (1985).

Porém, a densidade ideal para a máxima produção apresenta valores bastante diferenciados de acordo com a região. Na Colômbia, Henao & Mestre (1988a) obtiveram maior produção na densidade de 14.740 plantas/ha; já Scaranari & Nogueira Neto (1963), no Brasil e Mitchell (1976), no Quênia, observaram ser de 5.000 covas/ha a densidade mais produtiva. Por outro lado, Bellavita (1968), na Venezuela e Rodriguez et al. (1966), em Porto Rico, concluíram que as melhores densidades são de 6.666 e 6.000 plantas/ha, respectivamente, enquanto Hangdong & Bartolome (1963, 1966) apontaram a população de 3.333 covas/ha como a mais adequada.

Santinato et al. (2005) recomendam, no plantio com gotejamento: em áreas mecanizáveis, 0,5 a 1,0 m entre plantas, sendo 0,5 m para porte baixo e 1,0 m para porte alto e, entre linhas, 3,5 a 4,0 m para porte baixo e 4,0 a 4,5m para porte alto. Em áreas não mecanizáveis, a recomendação é de 2,5 a 3,0 m para porte baixo entre linhas e com 0,5 entre plantas e de 3,0 a 3,5 m para porte alto, com 1,0 m entre plantas.

As variedades de porte baixo vêm apresentando bom comportamento no desenvolvimento e na produção da lavoura, tanto para espaçamentos mais adensados ou não, porém, são bastante suscetíveis a cercosporiose, principalmente em plantios com espaçamentos mais largos (Santinato et al., 2005).

Assim, com o crescimento das plantas ao longo dos anos, há um fechamento da lavoura com alta densidade de plantio, dificultando os tratos culturais, diminuindo a produção por causa da concorrência entre os cafeeiros (Viana et al., 1978) e por incrementar a infestação de fungos causadores de doenças, como a ferrugem e a *coffee berry disease*, ou CBD (Mitchell, 1976). A alta densidade de plantio provoca também a perda dos ramos produtivos da base da planta, em decorrência da baixa insolação, o que acarreta queda na produtividade.

Segundo Krugner (1978), as mudanças causadas pelas plantas no ambiente adjacente a elas podem ser bastante significativas, sendo que em uma cultura com alta densidade de plantas, onde a circulação de ar e a intensidade luminosa são reduzidas as intensidades das doenças podem ser alteradas. Umidade relativa, temperatura, chuvas, luminosidade e molhamento foliar são os principais fatores do ambiente que podem influenciar a severidade das doenças do cafeeiro (Zambolim et al., 1999).

Matiello et al. (1981) observaram que, em sistemas de plantios adensados, a incidência de ferrugem foi de 35% a 92% maior que no sistema de

plântio convencional, variando de uma região para outra. De acordo com Fernandes Borrero et al. (1982), a infecção de cercosporiose é mais intensa à plena exposição solar e com deficiência nutricional. Em cafés densamente sombreados, a incidência de cercosporiose é menor que em cafezais distantes de sombra intensa. Carvalho & Chalfoun (2001), estudando o comportamento de doenças foliares do cafeeiro em sistemas de plantios adensados, também observaram o aumento da incidência de ferrugem e redução da incidência de cercosporiose com o adensamento.

Entretanto, alguns benefícios são trazidos com o uso de elevadas densidades de plantio, tais como a diminuição da infestação por bicho-mineiro (*Perileucoptera coffeella*); a menor necessidade de controle de ervas invasoras; o aumento no rendimento de operações de fertilização; a diminuição da erosão, por manter maior área de solo coberto e a utilização mais eficiente dos fertilizantes aplicados (Hangdong, 1966; Pavan et al., 1994).

2.3 Ferrugem do cafeeiro

A ferrugem (*Hemileia vastatrix*) é a doença de maior importância na cafeicultura, causando prejuízos nas principais regiões produtoras brasileiras (Matielo, 1991). Por ser um fungo biotrófico, a *Hemileia vastatrix* tem sua fonte de inóculo composta por folhas infectadas que, ao produzirem uredósporos, cujo período de incubação pode chegar a 3 meses ou mais, tornam-se fonte de inóculo para a próxima estação (Bedendo, 1995).

As condições climáticas favoráveis à infecção ocorrem quando a temperatura está em torno de 21°C a 25°C, com molhamento foliar e umidade relativa do ar elevada, pois os uredósporos, nesta faixa de temperatura, germinam dentro de três horas, na presença de água livre nas folhas e em

condições de baixa luminosidade (Chalfoun & Zambolim, 1985). Seus esporos são disseminados a longa distância pelo vento, sendo a chuva o principal agente disseminador da doença dentro da lavoura (Terrones, 1984).

Os sintomas iniciam-se com pequenas manchas cloróticas, translúcidas, localizadas na face inferior das folhas. Tais lesões se desenvolvem, formando massas pulverulentas de coloração amarelo-alaranjado, formadas pelos uredósporos, também no limbo inferior das folhas (Godoy et al., 1997).

O principal dano da ferrugem é a desfolha, devido à alta produção de etileno, que resulta na queda acentuada de folhas (Carvalho & Pozza, 1998). Tal desfolha interfere no desenvolvimento dos botões florais, quando ocorre no florescimento; na formação dos grãos, quando se dá durante a frutificação e provoca, ao final do ciclo, perdas em produtividade (Matiello, 1991). O fungo aproveita a condição de estresse da planta para a infecção, pois plantas debilitadas nutricionalmente têm seu metabolismo afetado, prejudicando significativamente a sua resistência (Marschner, 1995).

Observa-se, ainda, que plantas com alta carga pendente apresentam maior porcentagem de folhas com ferrugem, área infectada e maior proporção de queda de folhas (Silva-Acuña, 1998). Portanto, plantas com maior produção sofrem um desequilíbrio nutricional, devido ao dreno de nutrientes das folhas para os frutos, aumentando a sua suscetibilidade (Guimarães et al., 1998).

Chalfoun et al. (1980) observaram correlação negativa entre o nível de carga pendente e o índice de infecção por ferrugem no ano anterior, verificando pouco desenvolvimento da doença em anos de baixa produção. Tal constatação foi comprovada por Carvalho et al. (1996), com a verificação de baixos teores de potássio em folhas de café influenciando a incidência da ferrugem, pois, alta carga pendente de frutos provoca deficiência nutricional, uma vez que os frutos drenam os fotoassimilados. Estes mesmos autores, em 1991, observou que o

progresso da ferrugem no cafeeiro coincide com a redução de potássio, provocando maior incidência da doença.

Pozza (1999), avaliando a intensidade da doença em mudas de cafeeiro, concluiu que a nutrição nitrogenada interferiu diretamente na redução da cercosporiose, provavelmente por intermédio da redução de outros nutrientes, como cálcio e cobre.

Já Garcia Júnior (2002) observou variação na intensidade da doença em função da interação entre doses de cálcio e de potássio. Diferentemente do potássio, o aumento das doses de cálcio reduziu linearmente o progresso da doença.

Santos (2006) constatou que a máxima intensidade de ferrugem no Sul de Minas foi observada em junho e julho, em parcelas com maior enfolhamento, influenciada pela temperatura mais amena (média de 18°C). Estes valores já haviam sido observados por Boldini (2001). O mesmo autor observou que as maiores produtividades em cafeeiro ocorreram nas maiores lâminas de água aplicadas via irrigação por gotejamento. Paralelamente, houve também uma menor incidência da cercosporiose com o aumento das lâminas de irrigação.

A irrigação por gotejamento pode favorecer a intensidade da doença, porém, por não promover molhamento foliar necessário para a disseminação e a penetração do patógeno, não apresenta efeito sobre a incidência da ferrugem, como foi observado em estudos realizados por Talamini (1999), Santos (2002) e Miranda, (2004). Entretanto, a umidade do solo, decorrente da irrigação pode ter efeitos nas doenças foliares, como consequência de eventos limitados ao hospedeiro. Dessa forma, pode ocorrer predisposição à infecção em função dos níveis de umidade preexistentes antes de a mesma acontecer ou em função da turgidez dos órgãos (ramos, folhas, brotações, etc) a serem infectados pelo patógeno (Rotem & Palti, 1969)

Para Chalfoun (1980), os fatores climáticos e ambientais, como luminosidade, temperatura, concentração de inóculo e natureza do substrato, bem como a interação entre eles, exercem função determinante sobre o processo de instalação e evolução da doença.

Segundo Zambolim et al. (1994), para que as doenças do cafeeiro causem danos à cultura do café, torna-se necessário que um ou mais fatores predisponentes (ambiente, patógeno, hospedeiro e solo) estejam atuando. Citam os autores que, em plantios adensados, a intensidade das doenças pode se agravar devido ao microclima, em geral favorável principalmente à ferrugem.

Vários programas de manejos podem ser feitos para reduzir a ocorrência de ferrugem nas lavouras cafeeiras. Em relação à falta de luminosidade que é favorecida pelo adensamento das lavouras, podem-se realizar desbrotas, recepas, decote, esqueletamento ou optar por plantios pouco adensados, evitando, assim, o fechamento da lavoura e desfavorecendo a incidência da ferrugem (Carvalho et al., 2000).

2.4 Cercosporiose do cafeeiro

A cercosporiose, conhecida por mancha-de-olho-pardo ou olho-de-pomba, causada por *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke, é uma das doenças mais antigas do cafeeiro. *Cercospora coffeicola*, agente etiológico da doença, pertence à família Dematiaceae, ordem Moniliales, classe dos fungos mitospóricos (Godoy et al., 1997).

Nas folhas, o sintoma é caracterizado por manchas circulares de coloração castanho-clara a escura (0,5-0,8cm de diâmetro), com centro branco-acinzentado, quase sempre envolvido por um halo amarelo, dando à lesão aspecto de olho. No centro das lesões são formados os esporódios escuros do

fungo. Uma única lesão na folha é suficiente para que a planta produza maior quantidade de etileno, provocando a queda da folha.

Nos frutos, a doença pode se iniciar quatro meses após a floração, causando lesões deprimidas de coloração castanho-clara, dispostas no sentido do pedúnculo-coroa do fruto. Quando atacados no estágio ainda verde e verde-cana, amadurecem precocemente, iniciando por um avermelhamento a partir da lesão, provocando chochamento e queda prematura dos grãos. Em frutos mais bem desenvolvidos, a lesão aumenta de tamanho, tornando-se mais escura e a casca permanece aderida ao pergaminho, dificultando o processo de despulpamento do fruto (Chalfoun, 1997).

O que faz esta doença ainda mais importante é o fato de se constituir um problema desde as mudas no viveiro até os plantios novos no campo (Chalfoun, 1997). Nos viveiros, a doença provoca desfolha, afetando o crescimento das mudas, tornando-as raquíticas e inadequadas para o plantio. Já em plantios novos, é comum ocorrerem intensos ataques, com desfolha acentuada, prejudicando o crescimento das mudas, principalmente em lavouras implantadas em terrenos de baixa fertilidade ou com adubações desequilibradas, provocando o chochamento e a queda prematura dos frutos atacados, além de servir de porta de entrada para outros fungos que depreciam a qualidade da bebida do café (Chalfoun, 1997).

Solos com baixa fertilidade ou com desequilíbrio nutricional, principalmente em cálcio, potássio e nitrogênio, predisõem a planta a um ataque mais intenso do patógeno. Alta umidade relativa e temperaturas amenas são condições ideais para o desenvolvimento do fungo, pois o mesmo desenvolve-se em temperaturas entre 10° e 25°C. Condições de alta luminosidade e alta carga pendente também contribuem para o desenvolvimento da doença. Quando a planta tem alta carga pendente, os frutos drenam grande parte dos nutrientes das folhas para completar seu desenvolvimento. Assim, a

folha se torna desnutrida, apresentando maior incidência da doença (Zambolim, 2003).

No que se refere à cercosporiose (mancha-de-olho-pardo), as condições de clima (temperatura, umidade e insolação) e os fatores ligados à nutrição da planta (déficit hídrico, solos arenosos, solos compactados e desequilíbrio nutricional) têm efeito direto ou indireto sobre a ocorrência da doença (Carvalho & Chalfoun, 1998). A intensidade da mancha-de-olho-pardo do cafeeiro é também influenciada pelo sombreamento, sendo maior em plantios instalados a pleno sol (Lopes-Duque & Fernando-Borrero, 1969; Nataraj & Subramanian, 1975; Almeida, 1986). De acordo com Fernandez-Borrero et al. (1982), a infecção é mais intensa em plantações à plena exposição solar e com deficiência nutricional. Em cafés densamente sombreados, a incidência da cercosporiose é menor que em cafezais distantes de sombra intensa.

Alem disso, há trabalhos que comprovam a associação entre deficiência hídrica e progresso da cercosporiose em cafeeiros irrigados por gotejamento onde encontraram maiores valores de incidência da cercosporiose em parcelas não irrigadas, enquanto nas parcelas irrigadas a incidência em folhas e frutos foram maiores quando se realizou as menores laminas de irrigação (Santas et al., 2004)

Como medidas de controle da doença, algumas práticas culturais podem ser adotadas, principalmente em condições de viveiro, como o controle da irrigação, da luminosidade e a utilização de substratos equilibrados e com boas propriedades físicas. O controle químico pode ser realizado por meio de aplicações de fungicidas cúpricos alternados com fungicidas sistêmicos. Triazóis e estrobilurinas são bem utilizados, pois, com as mesmas aplicações, já se realiza também o controle da ferrugem.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização geral do experimento

O trabalho foi conduzido em área de pesquisa da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG. A área está situada a uma altitude de 910m, nas coordenadas 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste. A região apresenta clima tipo Cwa, de acordo com a classificação de Koppen, com temperaturas médias, precipitação e umidade relativa de 19,4°C, 1.529,7mm e 76,2%, respectivamente (Brasil, 1992).

O plantio da lavoura foi realizado em 3 de janeiro de 2001, utilizando-se mudas sadias de cafeeiro, variedade Rubi MG-1192 (*Coffea arabica* L.). Esta variedade é de porte baixo, arquitetura compacta, grande vigor vegetativo e produtivo, e é susceptível à ferrugem e à cercosporiose do cafeeiro. O solo foi analisado quanto às suas características físico-hídricas e químicas para a instalação da cultura no campo. As análises químicas foram repetidas anualmente após o término das operações de colheita e as físico-hídricas, quando necessário.

3.2 Tratos culturais

Os tratos culturais, como desbrotas e podas, foram realizados conforme a necessidade e a recomendação, durante o desenvolvimento da cultura. Assim, as plantas de café foram esqueletadas a 40 cm do caule e decotadas a 1,40m de altura, em setembro de 2007, pois apresentavam baixo vigor e baixo enfolhamento, devido à grande produção apresentada em 2006/2007.

A lavoura foi mantida livre de plantas daninhas por controle manual e químico, durante as diferentes fases da cultura.

3.3 Tratamentos fitossanitários

Os tratamentos fitossanitários foram realizados todos os anos. No período em que foi realizado o estudo, fez-se aplicação de fungicida e de inseticida, em 27 de dezembro e 30 de janeiro.

3.4 Adubações

A calagem e as adubações foram realizadas de acordo com análise de solo e foliares, tendo como base as recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Guimarães, 1999) para o cafeeiro, considerando-se também recomendação de Malavolta & Moreira (1997), de acordo com os diferentes sistemas de produção.

As adubações até o quarto ano após plantio foram feitas de forma convencional (aplicações parceladas em quatro vezes de outubro a janeiro), em todos os tratamentos. A partir do quinto ano após o plantio, as adubações foram feitas via fertirrigação (bomba injetora), parceladas em quatro vezes nos quatro sistemas de produção. As testemunhas sem irrigação receberam adubação convencional. Os micronutrientes foram fornecidos via adubação foliar, de acordo com os teores verificados na análise nutricional.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos segundo um esquema de parcelas subdivididas. As quatro densidades de plantio foram localizadas nas parcelas e as três técnicas de manejos de irrigação e as testemunhas não irrigadas foram distribuídas de modo aleatório nas subparcelas, perfazendo um total de 16 tratamentos. Cada linha da subparcela foi constituída por 10 plantas, sendo consideradas como plantas úteis as seis centrais.

3.6 Tratamentos

Os tratamentos constaram de três técnicas para manejo das irrigações, sendo: uma testemunha sem irrigação (T1); irrigações durante todo o ano quando a tensão da água no solo atingiu valores próximos de 20 kPa (T2); irrigações durante todo o ano quando a tensão da água no solo atingiu valores próximos 60 kPa (T3) e irrigações pelo manejo do balanço hídrico utilizando-se o aplicativo IRRIPLUS, com turnos de irrigação fixos de três vezes na semana (T4). Esses tratamentos foram estudados efetivamente em quatro densidades de plantio (convencionais e adensados): (i) 2.500 plantas/ha (4,0x1,0m), (ii) 3.333 plantas/ha (3,0x1,0m), (iii) 5.000 plantas/ha (2,0x1,0m) e (iv) 10.000 plantas/ha (2,0x0,5m).

3.7 Irrigação

O sistema de irrigação constou de uma unidade central de controle (sistema de bombeamento, filtros de areia e tela, injetor de fertilizantes, manômetros e conexões), linha principal de tubos PVC, PN 80, linhas de derivação de PVC, PN 40, linhas laterais com tubo flexível de polietileno, PN 40, gotejadores e registros. O sistema foi avaliado periodicamente quanto à

uniformidade de distribuição de água. A irrigação de cada tratamento em cada densidade foi controlada por meio de registros, referentes às quatro repetições de cada tratamento.

3.8 Manejo da irrigação

A umidade do solo foi indiretamente monitorada por tensiômetros de tensímetro digital instalados às profundidades de 0,10; 0,25; 0,40; e 0,60 m. A irrigação de cada subparcela ocorreu quando a leitura de tensão da água à profundidade de 0,25m indicou a tensão de irrigação relativa àquele tratamento. A correspondência entre tensão de água no solo e umidade foi obtida por meio das curvas características de umidade do solo, determinadas em laboratório para as diferentes profundidades consideradas. Os tensiômetros estavam localizados na fileira de plantas cerca de 0,10m afastados da base do caule em duas das quatro repetições, representativas da área experimental. As lâminas de irrigação foram calculadas considerando-se as leituras obtidas nos tensiômetros, nas quatro profundidades de instalação. Em relação ao manejo pelo balanço hídrico-IRRIPLUS, os dados climáticos necessários foram monitorados diariamente, utilizando-se uma estação meteorológica automática μ Metos®, instalada na área do experimento. A cada trinta dias foi feita uma correção nos valores de umidade previstos pelo programa, coletando-se amostras de solo nas diferentes profundidades estudadas. As irrigações foram feitas em turnos fixos de dois e três dias na semana (segunda, quarta e sexta-feira). Os valores de Kc foram adaptados aos diferentes sistemas de produção, de acordo com recomendação de Santinato (2002). Posteriormente, os valores de Kc foram alterados levando-se em consideração o percentual de área sombreada, de acordo com as avaliações trimestrais do diâmetro de projeção da copa e padronizado para todas as

densidades com um valor único, tendo em vista as operações de esqueletamento e decote realizadas na lavoura e que, dentro do período avaliado, não interferiram no padrão de crescimento, em função dos diferentes tratamentos.

3.9 Avaliações das doenças

As avaliações de doenças foram realizadas quinzenalmente, em todos os tratamentos de irrigação, nos quatro sistemas de produção. O período de monitoramento foi de dezembro de 2007 a julho 2008, totalizando 16 avaliações. As variáveis analisadas foram a incidência e a severidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro. Foram analisadas seis folhas por planta, no terceiro ou no quarto pares de folhas de ramos plagiotrópicos marcados aleatoriamente no terço médio da planta, dispostos na face norte. A parcela útil foi de seis plantas e as amostragens foram não destrutivas, totalizando 36 folhas avaliadas por parcela. A incidência da ferrugem e da cercosporiose foi determinada com base na quantificação de folhas com a presença de lesões em relação ao número total avaliado por parcela. A severidade ou a porcentagem de área lesionada foram determinadas utilizando-se escalas diagramáticas para ferrugem (Oliveira et al., 2001) e para cercosporiose (Fernandes, 1988).

3.10 Avaliação do enfolhamento do cafeeiro

Com o objetivo de verificar o efeito das doenças no enfolhamento da cultura, realizaram-se avaliações durante o período de dezembro de 2007 a julho 2008, com intervalos médios de 30 dias, totalizando oito avaliações.

Os ramos plagiotrópicos cujo enfolhamento foi avaliado, foram marcados com fitas no terceiro par de folhas, em dezembro de 2007. Em cada

avaliação, contou-se o número de pares de folhas a partir das fitas, obtendo-se, assim, os dados de enfolhamento da lavoura.

Os dados foram transformados e representados graficamente e correlacionados com a incidência e a severidades das doenças.

3.11 Área abaixo da curva de progresso da doença e do enfolhamento (AACPD e AACPE)

Os dados da incidência e da severidade da ferrugem e cercosporiose nas folhas do cafeeiro, bem como os do enfolhamento, obtidas durante o período das avaliações foram transformados em área abaixo da curva de progresso, conforme equação proposta por Campbell & Madden (1990).

$$\text{AACPD(E)} = \sum_{i=1}^{n-1} [(X_i + X_{i+1}) / 2](t_{i+1} + t_i)$$

em que:

AACPD(E) = área abaixo da curva de progresso da doença ou do enfolhamento;

X = intensidade da doença (enfolhamento);

t = tempo;

n = número de avaliações no tempo

Com valores de AACPD e AACPE, foram realizadas análises estatísticas de variância e foi aplicado teste de agrupamento de médias (Scott-Knott - 1974), a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Enfolhamento do cafeeiro

Nos resultados relativos à área abaixo da curva de progresso do enfolhamento (AACPE), não houve efeito significativo da interação densidades de plantio versus manejos de irrigação, ou seja, esses fatores foram independentes. Entretanto, para manejos de irrigação, observou-se diferença ($P < 0,05$) significativa entre os tratamentos (Figura 1), embora, comparando-se o enfolhamento do cafeeiro plantado em diferentes densidades, observou-se equilíbrio em todas as densidades, não havendo diferença ($P < 0,05$) significativa para densidades de plantio na AACPE (Tabela 1).

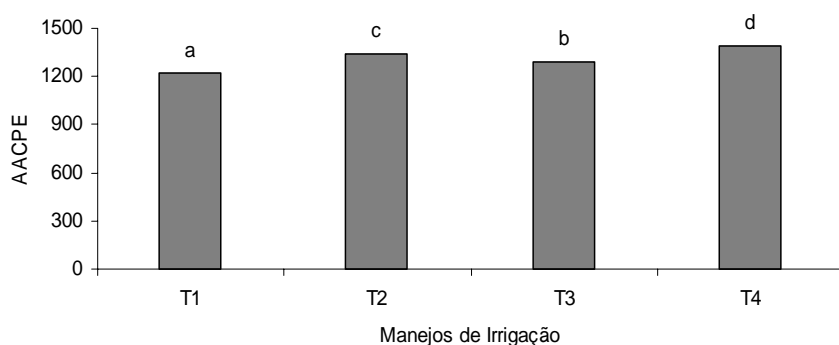


FIGURA 1. Área abaixo da curva de progresso do enfolhamento (AACPE) dos cafeeiros submetidos a diferentes manejos de irrigação. (T1) plantas não irrigadas, (T2) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20 kPa, (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 60 kPa e (T4) irrigadas utilizando-se o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPPLUS). UFLA, Lavras, MG, 2008.

TABELA 1. Área abaixo da curva de progresso do enfolhamento (AACPE) dos cafeeiros plantados em diferentes densidades. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Densidade de plantio	AACPE*
2500 plantas/ha	1330 ^a
3333 plantas/ha	1303 ^a
5000 plantas/ha	1304 ^a
10000 plantas/ha	1295 ^a

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott (<0,05).

O menor enfolhamento foi registrado nas plantas sem irrigação (T1). Os cafeeiros que receberam irrigação quando a tensão da água no solo atingiu valores de 60kPa (T3) e 20KPA (T2) tiveram um aumento de 5% e 9% no enfolhamento, respectivamente. O maior enfolhamento do cafeeiro foi observado quando se irrigou utilizando-se o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPLUS) (T4), com aumento de 13%. Assim, o enfolhamento dos cafeeiros foi maior quando se utilizou a irrigação, o que, provavelmente, pode ser atribuído para uma maior disponibilidade de nutrientes nestas condições, proporcionando, assim, uma menor incidência da cercosporiose nas plantas.

Carvalho & Chalfoun (1998) também concluíram que o déficit hídrico está associado à deficiência ou ao desequilíbrio nutricional que também estão relacionados com uma maior incidência de cercosporiose e um menor enfolhamento. Resultados semelhantes foram observados por Talamini (2003) e Santos (2004), em que plantas irrigadas apresentaram maior enfolhamento e desenvolvimento vegetativo.

A curva de progresso do enfolhamento teve o seu pico no mês de maio e junho. Este fato deve ter ocorrido pelo fato de as temperaturas e a umidade ainda estarem altas (Figura 2) e não ter ocorrido déficit hídrico devido à irrigação. Os valores mais baixos foram observados no primeiro mês de avaliação (dezembro) (Figura 2), pois, em setembro, a lavoura foi decotada e esqueletada, deixando-a com um número reduzido de folhas, porém, com um grande potencial de enfolhamento, pois não apresentava produção.

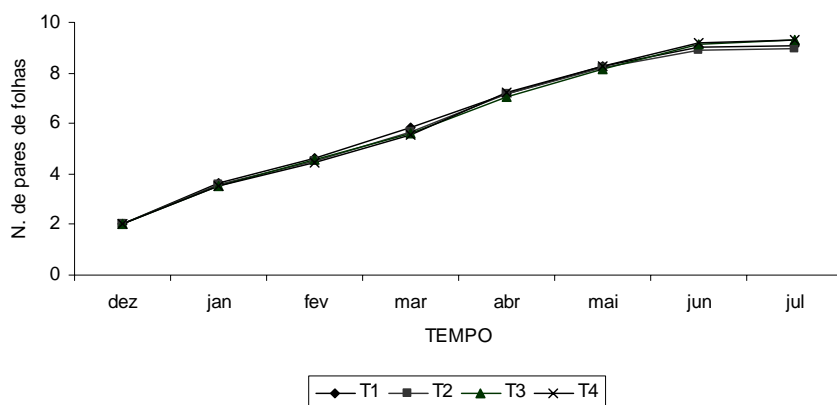


FIGURA 2. Curva de progresso do enfolhamento dos cafeeiros submetidos a diferentes manejos de irrigação, no período de dezembro de 2007 a julho de 2008, em que: (T1) plantas não irrigadas; T2) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20 kPa; (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 60 kPa e (T4) irrigadas utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPLUS). UFLA, Lavras, MG, 2008.

4.2. Ferrugem do cafeeiro

Os resultados relativos à área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da ferrugem do cafeeiro não apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) da interação densidades de plantio versus manejos de irrigação. Portanto, esses fatores são independentes. Entretanto, quando se analisam os fatores de forma isolada, observa-se que os resultados da análise de variância indicaram diferença ($P < 0,05$) significativa na AACPS e da AACPI da ferrugem do cafeeiro, no que se refere às diferentes densidades de plantio (Figura 3 e 4). Já os resultados da análise de variância da AACPS e da AACPI da ferrugem do cafeeiro submetidos a diferentes manejos de irrigação não apresentaram diferenças significativa entre si ($P < 0,05$) (Tabela 2).

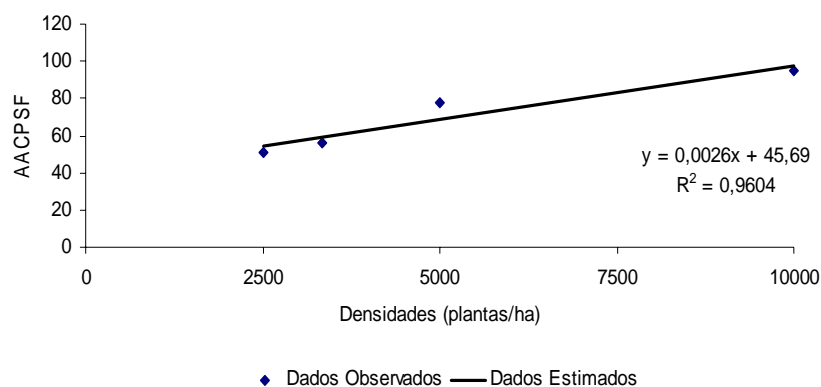


FIGURA 3. Área abaixo da curva de progresso da severidade de ferrugem (AACPSF) do cafeeiro, em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2008

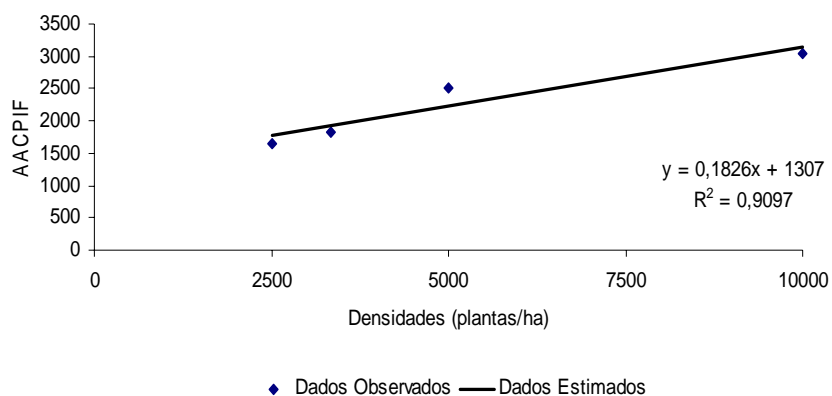


FIGURA 4. Área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem (AACPIF) do cafeeiro, em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2008

TABELA 2. Área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da ferrugem do cafeeiro submetido a diferentes manejos de irrigação: (T1) plantas não irrigadas; (T2) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20 kPa; (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 60 kPa e (T4) irrigadas utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do aplicativo IRRIPPLUS). UFLA, Lavras, MG, 2008.

Manejos da irrigação	AACPSF*	AACPIF*
T1	69,6a	2265 ^a
T2	64,8a	2125 ^a
T3	66,8a	2130 ^a
T4	77,9a	2411 ^a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott (<0,05).

Os dados da curva de progresso da incidência e da severidade da ferrugem dos cafeeiros, para as quatro densidades de plantio (adensados 10.000 plantas/ha, 50.000 plantas/ha, plantio mecanizável 3.333 plantas/ha e 2.500 plantas/ha), observados no período de dezembro de 2007 a junho de 2008, estão representados nas Figuras 5 e 6.

Observa-se, pelos resultados (Figura 3), que os cafeeiros adensados (10.000 plantas/ha e 5.000 plantas/ha), dentro do período avaliado, apresentaram área abaixo da curva de progresso da severidade da ferrugem de 88% e 54%, respectivamente, maior em relação ao plantio tradicional (2500 plantas/ha). No mesmo período, a área abaixo da curva de progresso incidência de ferrugem foi maior, também para os sistemas adensados em relação ao tradicional, representando aumentos de 84% e de 52%, respectivamente (Figura 4).

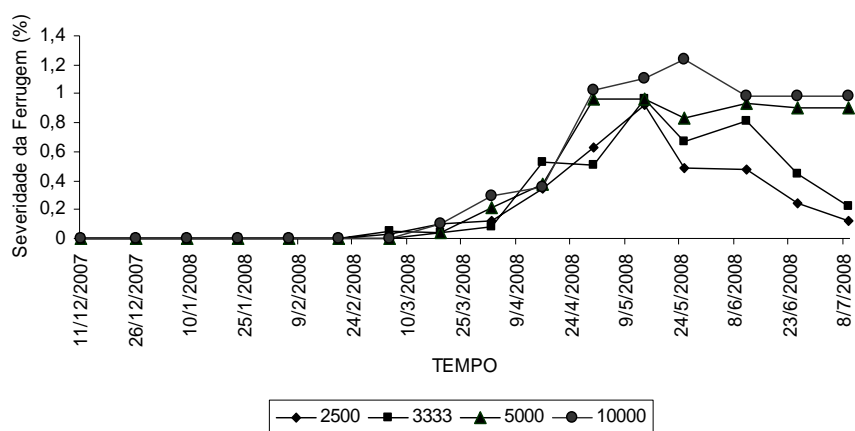


FIGURA 5. Curva de progresso da severidade da ferrugem do cafeeiro, plantado em diferentes densidades, no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG, 2008.

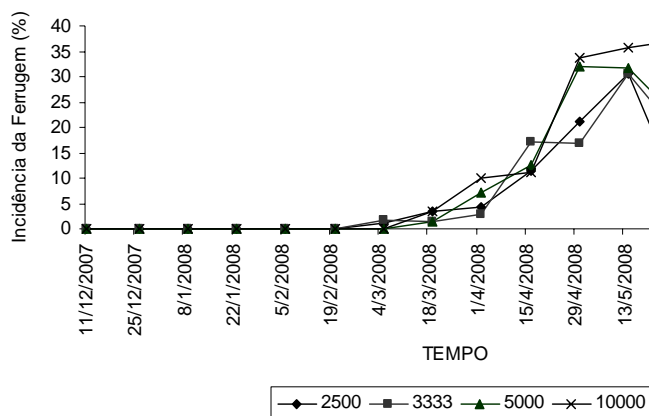


FIGURA 6. Curva de progresso da incidência de ferrugem do cafeeiro, plantado em diferentes densidades, no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG, 2008

A hipótese de que cafeeiros adensados produzem menos por planta e, portanto, a carga pendente menor proporcionaria menor incidência da ferrugem, não foi confirmada neste estudo, pois a influência do ambiente prevaleceu. Este resultado está de acordo com Nutman & Roberts (1963), Alfonsi et al. (1977) e Chalfoun (1980), que afirmam ser os fatores climáticos e ambientais determinantes no processo de instalação e evolução da ferrugem do cafeeiro.

Segundo Almeida (1986), o fungo da ferrugem necessita de água livre, temperatura na faixa de 21° a 23°C e ausência de luz direta para germinação e penetração dos uredosporos pelos estômatos da folha. Espera-se, após a ocorrência de uma chuva ou orvalho, que, nos sistemas adensados, o período de molhamento foliar dure mais tempo, já que o maior número de plantas dificulta a incidência de luz, favorecendo o desenvolvimento da doença. Apesar de não estudadas as diferenças na incidência solar direta nos cafeeiros e a umidade

relativa entre os sistemas estudados, estas podem ser responsáveis, em grande parte, pela menor incidência da ferrugem no sistema convencional.

Os resultados não significativos de AACPS e AACPI da ferrugem do cafeeiro submetido a vários manejos de irrigação (Tabela 2) foram semelhantes aos observados em anos anteriores (Talamini, 2003; Boldini, 2001; Santos, 200). Este fato pode ser atribuído ao método de irrigação utilizado, no qual a distribuição de água é feita apenas no solo na região de maior concentração de raízes, não proporcionando molhamento foliar.

Silva-Acunã (1998) observou também pico da doença entre os meses de maio e agosto, com redução da doença após a colheita, atingindo seu valor mínimo entre outubro e dezembro.

Campbell & Madden (1990) confirmam que a temperatura é a variável que mais influencia os componentes biológicos do patossistema no desenvolvimento de uma epidemia. Além disso, os autores relacionam a umidade do solo e do ar, representados pelos vários estágios, formas e energia da água; o vento, atuando no transporte do inoculo e a radiação solar, energia primária para muitos processos biológicos e físicos, na ocorrência do ciclo de vida do patógeno. Assim, a correlação de variáveis dos ambientes físico e biológico dificulta a determinação exata de quais fatores e quando esses fatores influenciaram ou dificultaram a ação do patógeno.

Na curva de progresso da severidade e incidência da ferrugem do cafeeiro, foram observadas pústulas de ferrugem nas plantas, em todas as densidades de plantio (Figura 5 e 6), exceto nos meses de dezembro de 2007, janeiro e fevereiro de 2008. A ferrugem apresentou uma mesma tendência para os quatro sistemas de plantio estudados, ocorrendo um grande aumento de incidência de abril para junho, tendo, em maio de 2008, sido observada a maior incidência da doença (35%) (Figura 6), provavelmente devido às temperaturas favoráveis ao patógeno responsável pela doença. Entretanto, o aumento na

intensidade da doença não passou de 30%, em todos os manejos de irrigação (Figura 7). Esse mesmo comportamento foi observado por Miranda (2006), no ano agrícola 2003-2004 e por Talamini (2003), entre março de 1998 e fevereiro de 1999, na região de Lavras. A partir de junho de 2008, a incidência da doença começou a diminuir na lavoura. Este comportamento pode estar associado ao fato de que a lavoura não apresentou produção, conseqüentemente não tendo um grande dreno de nutrientes; por não ter ocorrido déficit hídrico e por não ter ocorrido deficiência ou desequilíbrio nutricional, a ferrugem não teve um progresso prolongado. Este comportamento da doença está próximo ao considerado para os padrões já verificados para o Sul de Minas Gerais, em que é verificado aumento da doença nos meses de março e abril e maiores incidências por volta dos meses de maio e junho.

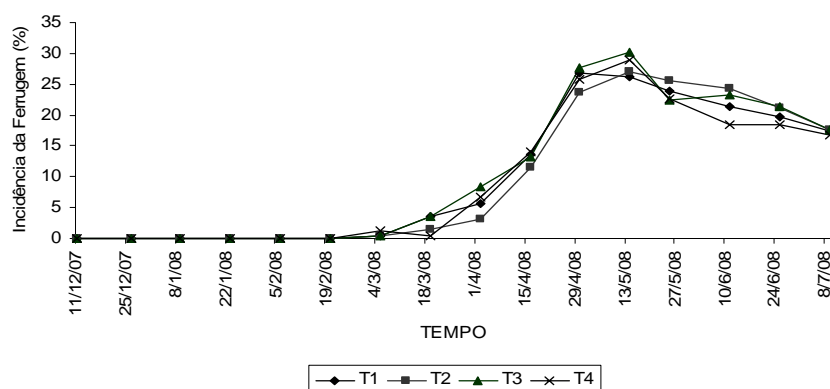


FIGURA 7. Curva de progresso da incidência da ferrugem do cafeeiro em função dos diferentes manejos de irrigação: (T1) plantas não irrigadas; (T2) e (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20KPA e 60kPa e (T4) irrigadas utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPLUS), no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG, 2008.

4.3. Cercosporiose do cafeeiro

Os resultados relativos à área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da cercosporiose do cafeeiro não apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) da interação densidades de plantio versus manejos de irrigação, ou seja, esses fatores são independentes.

Entretanto, os resultados da análise de variância demonstraram diferença ($P > 0,05$) significativa quanto à área abaixo da curva de progresso da incidência e da severidade da cercosporiose do cafeeiro, para os quatro sistemas de cultivo de cafeeiros estudados (Figura 8 e 9). A severidade da cercosporiose foi 36,2% e 33,9% menor nos sistemas de plantio adensados (10.000 plantas/ha e 5.000 plantas/ha), respectivamente, em relação ao tradicional (Figura 8) e, para a incidência da cercosporiose, foi 35% e 31,5% menor também nos sistemas de plantio adensado, comparados com o tradicional (Figura 9).

Os resultados confirmam que, nos sistemas de plantios adensados, formando um sombreamento de uma planta sobre a outra, desfavoreceu a ocorrência da cercosporiose, como foi observado no presente trabalho.

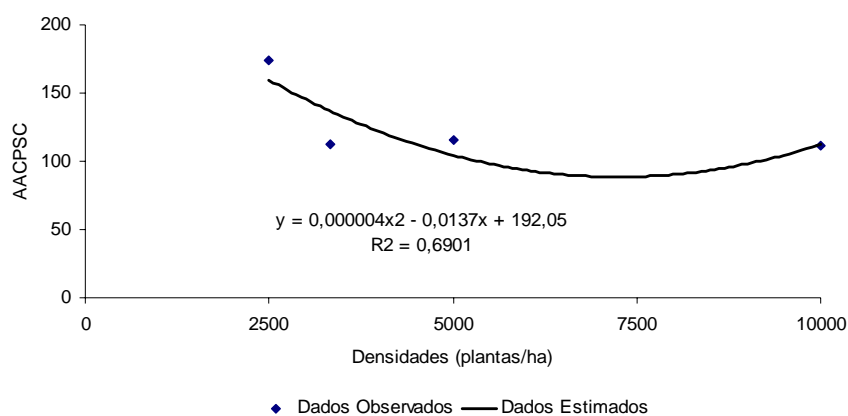


FIGURA 8. Área abaixo da curva de progresso da severidade da cercosporiose do cafeeiro em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2008

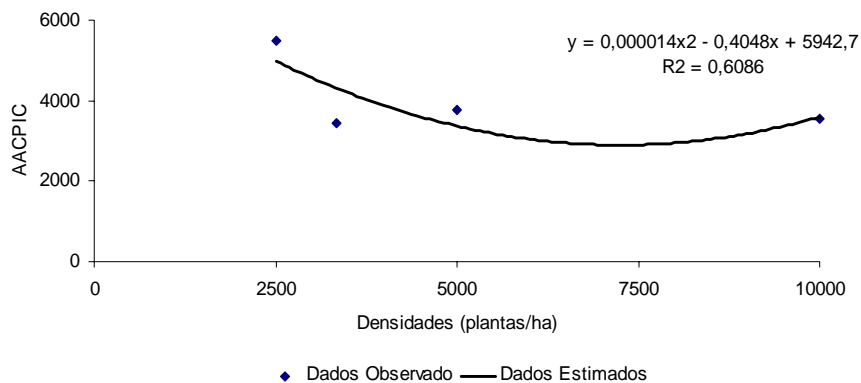


FIGURA 9. Área abaixo da curva de progresso da incidência da cercosporiose do cafeeiro, em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2008.

A diminuição da incidência da cercosporiose pelo sombreamento foi enfatizada por Lopes-Duque & Fernandez-Borrero (1969), Nataraj & Subramanian (1975) e Almeida (1986). De acordo com vários autores (Carvalho & Chalfoun, 1998; Talamini, 2003), as principais causas da acentuada intensidade da cercosporiose são o déficit hídrico associado à deficiência ou ao desequilíbrio nutricional. Provavelmente, o cafeeiro a pleno sol estaria mais suscetível à cercosporiose, devido à menor umidade do solo, decorrente da maior exposição direta ao sol neste sistema.

No sistema adensado, em que o solo pode permanecer úmido por mais tempo, o cafeeiro absorveria água e nutrientes por um maior período de tempo, amenizando as condições de estresse hídrico e nutricional favoráveis ao fungo da cercosporiose. Nos sistemas adensados, a incidência e a severidade

mantiveram-se baixas ao longo das avaliações, após ter atingido seus valores máximos em março e abril (Figura 10 e 11), com incidências próximas a 30% (Figura 11). Os cafeeiros não adensados apresentaram os maiores valores de incidência da cercosporiose durante quase todo o período avaliado.

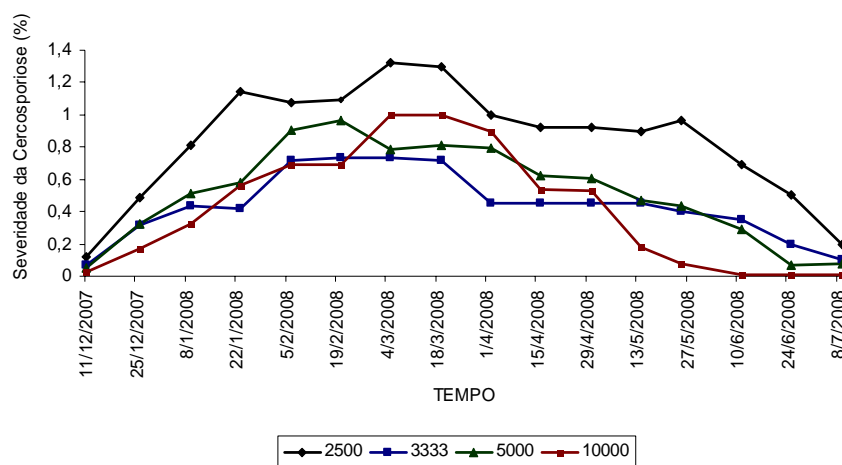


FIGURA 10. Curva de progresso da severidade da cercosporiose do cafeeiro, plantado em diferentes densidades, no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG, 2008

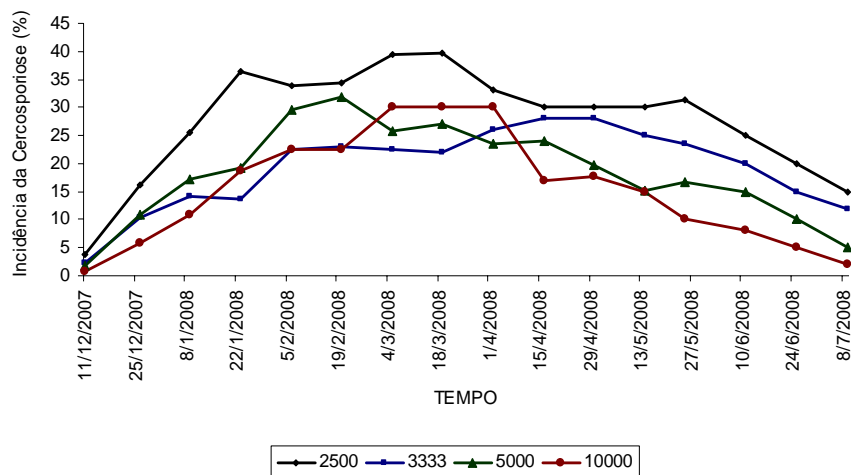


FIGURA 11. Curva de progresso da incidência da cercosporiose do cafeeiro, plantado em diferentes densidades, no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG, 2008

Além do sombreamento, a maior disponibilidade de água e minerais nos sistemas adensados, sugerida por Pavan & Chaves (1994) e Rena et al. (1994), pode ter limitado a ocorrência da cercosporiose, já que os desequilíbrios nutricionais ou a deficiência de nutrientes nas plantas de cafeeiro favorecem a incidência da doença, de acordo com Fernandez-Borrero et al. (1966), Miguel et al. (1976) e Pozza (1999).

Os resultados relativos à área abaixo da curva de progresso da severidade e da incidência da cercosporiose do cafeeiro demonstraram que houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os manejos de irrigação, sendo registrada intensidade significativamente maior na testemunha sem irrigação, comparada aos demais tratamentos. Isso pode ser explicado pela dificuldade de absorção dos nutrientes pela planta em função do déficit hídrico (Figura 12 e

13). Os tratamentos com irrigação tiveram redução média na área abaixo da curva de progresso da severidade e da incidência de cercosporiose de 39% e 34%, respectivamente, comparados com a testemunha sem irrigação (Figura 12 e 13).

A incidência e a severidade da cercosporiose do cafeeiro irrigado por diferentes manejos ou não irrigado mantiveram-se altas entre janeiro e maio (Figura 14 e 15). A incidência máxima foi atingida pelos cafeeiros sem irrigação, próxima a 30% (Figura 15). Os cafeeiros irrigados apresentaram os menores valores de incidência da cercosporiose durante quase todo o período avaliado.

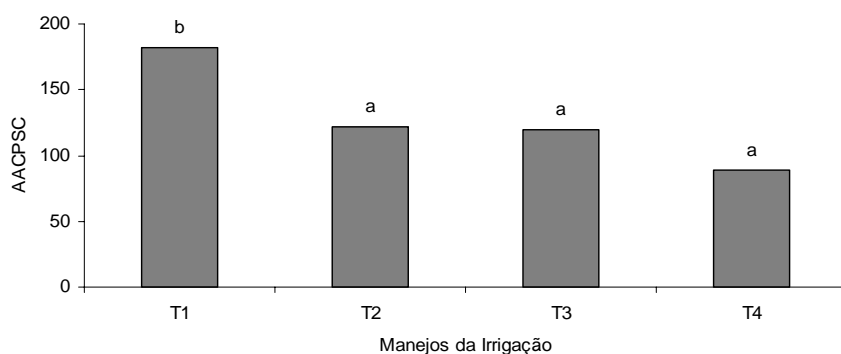


FIGURA 12. Área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da cercosporiose do cafeeiro submetido a diferentes manejos de irrigação: (T1) plantas não irrigadas, (T2) (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20kpa e 60kpa e (T4) irrigadas utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPPLUS). UFLA, Lavras, MG, 2008.

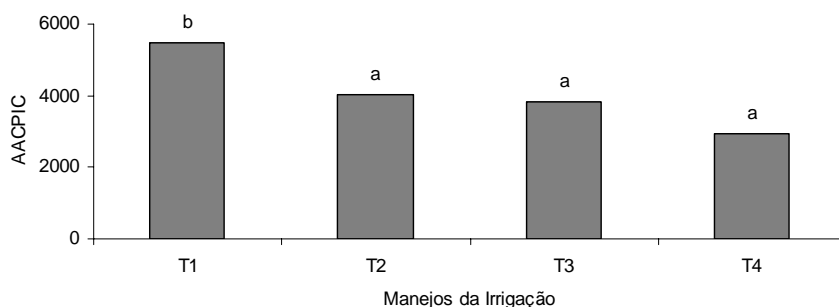


FIGURA 13. Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) da cercosporiose do cafeeiro submetido a diferentes manejos de irrigação: (T1) plantas não irrigadas, (T2) (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20kpa e 60kpa e (T4) irrigadas utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPLUS). UFLA, Lavras, MG, 2008.

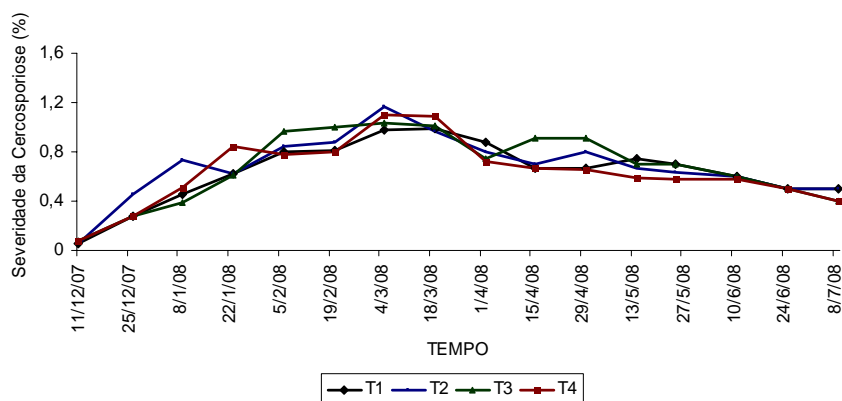


FIGURA 14. Curva de progresso da severidade (AACPS) da cercosporiose do cafeeiro submetido a diferentes manejos de irrigação: (T1) plantas não irrigadas, (T2) (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20KPA e 60kPa e (T4) irrigadas utilizando o

manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPLUS). UFLA, Lavras, MG, 2008.

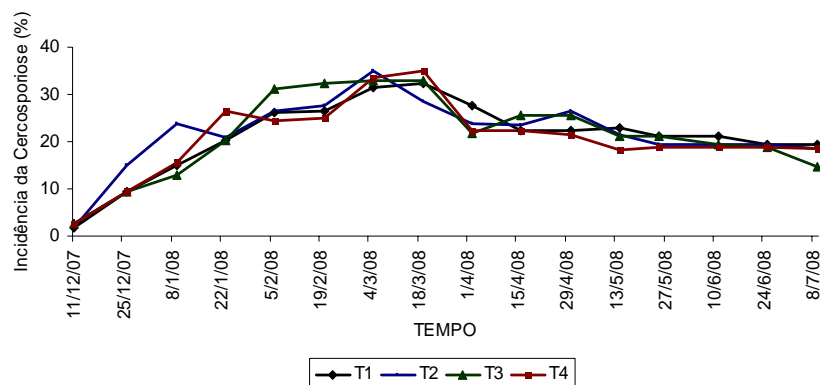


FIGURA 15. Curva de progresso da incidência (AACPI) da cercosporiose do cafeeiro submetido a diferentes manejos de irrigação: (T1) plantas não irrigadas, (T2) (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20KPA e 60kPa e (T4) irrigadas utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado por meio do software IRRIPLUS). UFLA, Lavras, MG, 2008.

Conforme Rotem & Palti (1969) e Zambolim et al. (1994), a irrigação supre as necessidades de água da planta, além de nutri-la melhor, propiciando, assim, um aumento da folhagem. Com isso modifica o microclima na parte aérea das plantas, mantendo a umidade e reduzindo o potencial de inóculo da cercosporiose.

Vários autores (Carvalho & Chalfoun, 1998; Pozza, 1999; Santos, 2002) consideram que as plantas de café deficientes em nitrogênio são mais suscetíveis à cercosporiose. Assim, a decomposição da matéria orgânica composta por folhas e galhos pode estar favorecendo a menor incidência da

doença pelo aumento da disponibilidade deste nutriente ao cafeeiro. Cafeeiros cultivados a pleno sol encontram um ambiente físico mais propício ao desenvolvimento da doença do que aqueles em cultivos adensados.

A cercosporiose necessita de um excesso de insolação e temperaturas mais elevadas para a germinação dos esporos do fungo, ocorrendo aos 30°C e também para seu crescimento, aos 24°C (Zanbolim et al., 1997).

De acordo com os dados climáticos observados (Figura 16), os maiores índices de cercosporiose foram observados quando se notificaram os maiores valores de radiação (W/m^2) e os menores valores de umidade relativa (%) (Figura 17).

Santos (2002), em experimento relacionando níveis de lâmina de irrigação e incidência de cercosporiose, relatou que os maiores índices da doença foram observados nas parcelas não irrigadas, indicando uma influência positiva na disponibilidade de água para a planta na redução da incidência da doença. Frente a essas considerações, espera-se que os sistemas adensados disponibilizem água por um período de tempo mais longo aos cafeeiros, primeiro pela menor radiação incidente no solo e menor evaporação e, segundo, pela capacidade natural que as plantas têm de interceptar água da chuva e infiltração da mesma, diminuindo o escoamento superficial e aumentando a retenção de água no solo.

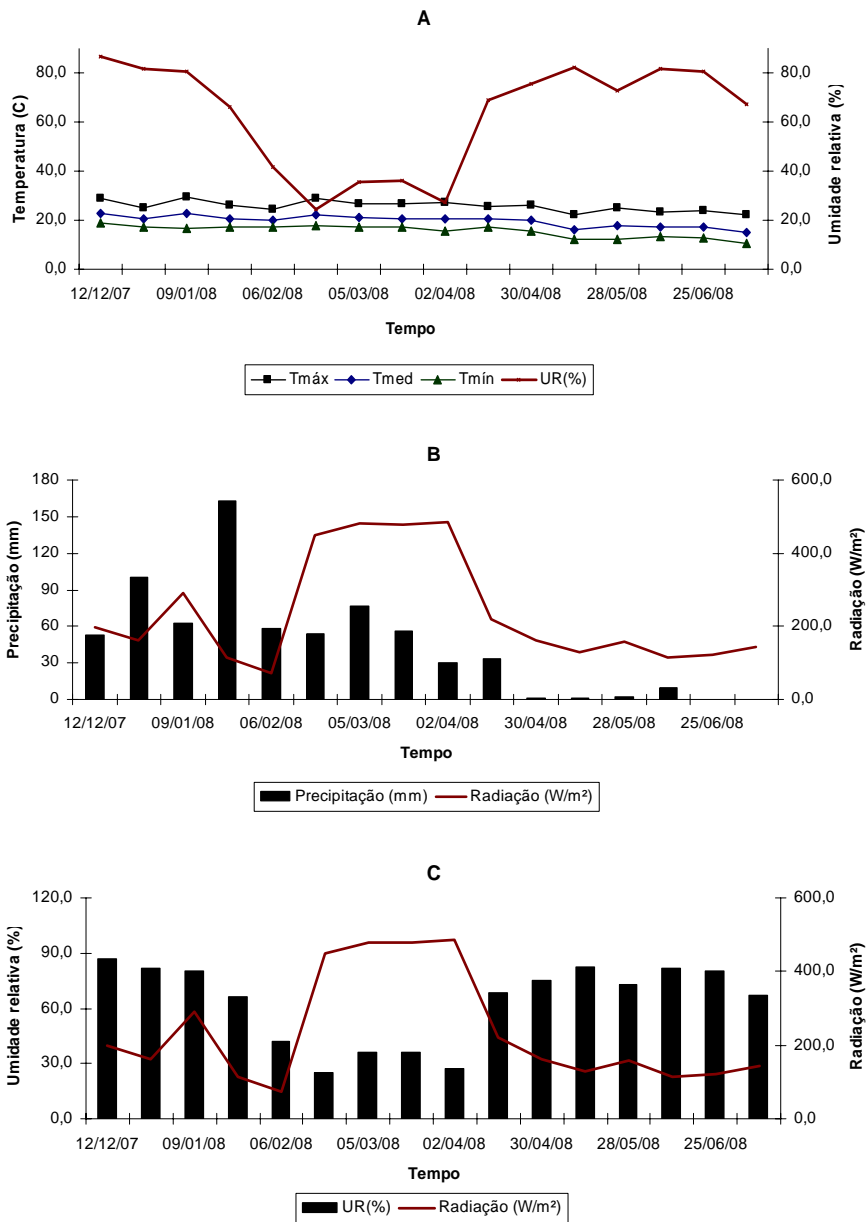


FIGURA 16. Variáveis climáticas (A, B e C) no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG, 2008.

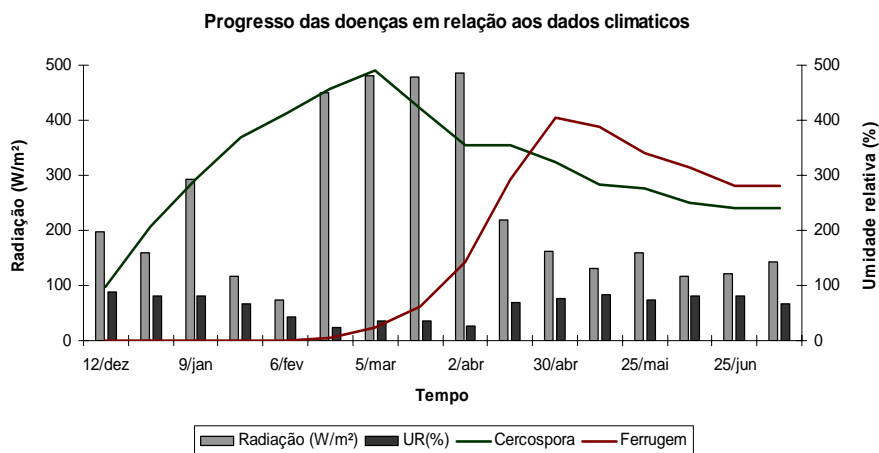


FIGURA 17. Variáveis climáticas, e curva de progresso da incidência da cercosporiose e da ferrugem do cafeeiro, no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Há interação entre a ação da ferrugem, ou de qualquer outra praga ou doença, que produz lesões, e a ação do frio. Ao que parece, o frio abrevia a queda de folhas, provavelmente pela maior produção de etileno, atribuída à morte do micélio de fungo e à aceleração do processo de morte do tecido foliar (Carneiro Filho, 1998). Portanto, os cafeeiros nos sistemas adensados podem ter sido favorecidos por uma menor perda de folhas lesionadas, já que esses sistemas atuam alterando a temperatura do ar, impedindo a ocorrência de frio severo e sua atuação negativa quanto à queda prematura dessas folhas.

A correlação dos índices de área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da ferrugem e da cercosporiose com o enfolhamento dos cafeeiros não apresentou significância. No entanto, a elevação da incidência da ferrugem e a redução da incidência da cercosporiose observada em maio coincidiram com a época de maior enfolhamento (Figura 18).

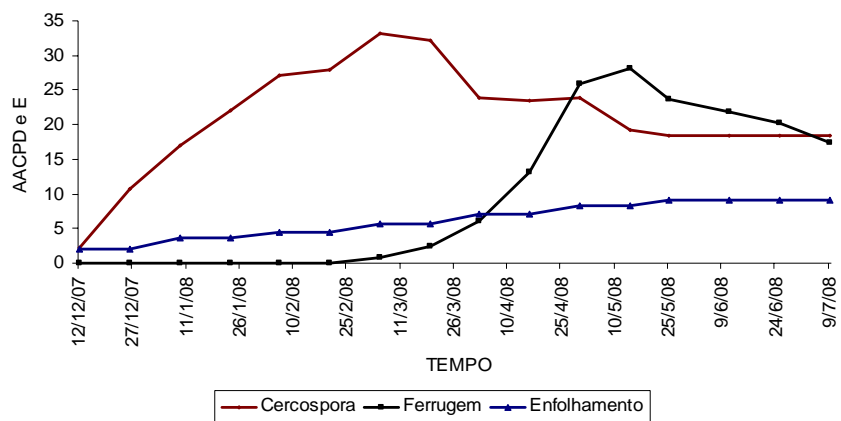


FIGURA 18. Área abaixo da curva de progresso da cercosporiose, da ferrugem e do enfolhamento do cafeeiro no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG, 2008

5 CONCLUSÕES

Os manejos de irrigação influenciaram a curva de progresso da incidência e da severidade da cercosporiose do cafeeiro e a curva de progresso do enfolhamento. Porém, não interferiram na curva de progresso da incidência e da severidade da ferrugem do cafeeiro.

Os sistemas de plantios adensados favoreceram a incidência e a severidade da ferrugem e, ao mesmo tempo, reduziram a incidência e a severidade da cercosporiose. Entretanto, as densidades de plantio não interferiram no enfolhamento.

Maiores incidência e severidade de cercosporiose foram observadas nas plantas não irrigadas e plantadas nos sistemas convencionais.

A máxima intensidade da ferrugem ocorreu entre os meses de maio e junho 2008 e as maiores incidências de cercosporiose foram observadas durante os meses de fevereiro e março de 2008.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A.; FIGUEIREDO, P. Condições climáticas e níveis de infecção da ferrugem do cafeeiro em *C. arabica* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 5., 1977, Guarapari, ES. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-CERCA, 1977. p.108-109.

ALMEIDA, S.R. Doenças do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1986. p.391-399.

ALVES, M.E.B. **Respostas do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação**. 1999. 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BEDENDO, I.P. Ambiente e doença. In: BERGAMINHO FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manua de fitopatologia**: princípios e conceitos. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.330-341.

BELLAVITA, O. Rentabilidad de la exploración del café al sol. **Agronomia Tropical**, Maracay, v.18, n.2, p.283-292, 1968.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289p.

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

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

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

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532p.

CARNEIRO FILHO, F.; MOURA, A.C.; ISHIZAKA, A. Interação entre a infecção pela ferrugem e efeito do frio na desfolha de cafeeiros, após geadas fracas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15., 1998, Maringá, PR. **Resumos...** Maringá: IBC, 1998. p.89-90.

CARVALHO, A.M.; JULIATTI, F.C.; POZZA, E.A. Impacto de diferentes sistemas de irrigação e lâminas d'água na evolução da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 31., 1998, Fortaleza, CE. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.23, p.232, 1998. Suplemento.

CARVALHO, V.L.; CHALFOUN, S.M. **Cercospora**: doença do cafeeiro também chamada de "olho pardo" ou "olho de pomba. Belo Horizonte: Epamig, 1995. 32p. (Circular técnica, 47).

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

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

CARVALHO, V.L. de; CHALFOUN, S.M.; CASTRO, H.A. de; CARVALHO, V.D. de. Influência da produção na incidência da ferrugem do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.401-405, 1996.

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

CHALFOUN, S.M. **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**. 1980. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **1ª previsão e 4ª estimativa safra 2006/2007**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/Safra/Safra4.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório da estimativa da safra cafeeira no Brasil safra 1999 – 2000**: consórcio brasileiro de pesquisa e desenvolvimento de café. Brasília, DF, 1999. 6p.

FARIA, M.A.; REZENDE, F.C. **Irrigação na cafeicultura**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 110p.

FERNADES, C.D. **Efeito de fatores do ambiente da concentração de inoculo sobre a cercosporiose do cafeeiro**. 1988. 73p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FERNADÉZ-BORRERO, O.; CADENA, G.G.; LÓPEZ, D.S.; BUITRAGO, S.; ARANGO, B.L.G. La mancha de hierro Del cafeto (*Cercospora coffeicola* Berk e Cooke), biología, epidemiología y control. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 10., 1982, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, 1982. p.11-14.

FERNANDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A.M.; DUQUE, S.I.L. Efecto de la fertilizacion en la incidência de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en frutos de café. **Centro Nacional de Investigações de Café**, Chinchina, v.17, n.1, p.5-6, 1966.

GARCIA JÚNIOR, D.; POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A.; SOUZA, P.E.; CARVALHO, J.G.; BALIEIRO, A.C. Incidência e severidade da cercosporiose-do-cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, p.286-291, 2003.

GODOY, C.V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C.L. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, cap.17, p.184-200.

GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.; RIBEIRO, A.C. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 359p.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. **Cafeicultura empresarial**: produtividade e qualidade. plantio e formação da lavoura cafeeira. Lavras: UFLA-FAEPE, 1998. 42p.

- GUZZO, S.D.; CASTRO, R.M. de; KYDA, K.; MARTINS, E.M.F. Ação protetora do acibenzolar-S metil em plantas de cafeeiro contra ferrugem. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.68, n.1, p.89-94, 2001.
- HANGDONG, A.S.; BARTOLOME, R. A progress report on the effect of spacing on the yield of Arabica coffee. **Coffee and Cacao Journal**, Manila, v.6, n.3, p.53-55, 1963.
- HANGDONG, A.S.; BARTOLOME, R. The effect of the spacing on the yield of arabica coffee. **Coffee and Cacao Journal**, Manila, v.9, n.1, p.10-18, 1966.
- HENAO, A.V.; MESTRE, A.M. Efecto de la densidad de población y de la disposición de los árboles en la producción de café. **Cenicafé**, Caldas, v.39, n.2, p.31- 42, 1988a.
- HENAO, A.V.; MESTRE, A.M. Efecto de la distancia de siembra y del número de plantas por hoyo sobre la producción de café (*Coffea arabica* L. var. Caturra). **Cenicafé**, Caldas, v.39, n.1, p.15-27, 1988b.
- JULIATTI, F.C.; PEIXOTO, A.S.; SANTOS, C.M.; TEODORO, R.E.F. Incidência e severidade da cercosporiose em lavoura cafeeira conduzida sob diferentes sistemas de irrigação e lâminas d'água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2000. v.2, p.219-222.
- KRÜGNER, T.L. Ação do ambiente sobre doenças de plantas. In: GALLI, F. (Coord.). **Manual de fitopatologia**. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978. v.1, p.215-225.
- LOPEZ-DUQUE, S.; FERNANDEZ-BORRERO, O. Epidemiologia de la mancha de hierro del cafeto (*Cercospora coffeicola*, Berk. & Cooke). **Centro Nacional de Investigaciones de Café**, Chinchina, v.20, n.1, p.3-19, 1969.
- MALAVOLTA, E.; MOREIRA, A. Nutrição e adubação do cafeeiro adensado. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.80, p.1-8, 1997. Encarte técnico.
- MANTOVANI, E.C. Cafeicultura irrigada, produtividade, rentabilidade com sustentabilidade. In: IRRIGAÇÃO DO CAFEIEIRO. INFORMAÇÕES TÉCNICAS E COLETÂNEAS DE TRABALHOS, 2003, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2003. p.9-45.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic, 1995. 889p.

MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: O Globo, 1991. 320p.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; PAULINI, A.E.; MIGUEL, A.E.; GUIMARÃES, P.M. Efeito de espaçamento do cafezal sobre a incidência de ferrugem e bicho mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9., 1981, São Lourenço, MG. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1981. p.13-14.

MIGUEL, A.E.; ALMEIDA, S.R.; MATIELLO, J.B.; CARVALHO, S.B. Efeito da redução do espaçamento entre plantas na linha, em cultivares Catuaí Vermelho e Mundo Novo, plantados no sistema adensado e no convencional. Resultados das três primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1986, São Lourenço, MG. **Trabalhos apresentados...** São Lourenço: IBC, 1986a. p.138-139.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. Espaçamento e condução do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1986b. p.303-322.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; MANSK, Z. Efeito associado da nutrição e pulverização com fungicidas no controle da cercosporiose em frutos do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4., 1976, Caxambu, MG. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p.91-94.

MIRANDA, J.C. Intensidade da ferrugem em cafeeiros irrigados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.5, p.885-891, set./out. 2006.

MITCHELL, H.W. Research on close spacing for intensive coffee production in Kenya. **Kenya Coffee**, Nairobi, v.41, n.481, p.124-137, 1976.

NATARAJ, T.; SUBRAMANIAN, S. Effect of shade and exposure in the incidence of brown eye spot of coffee. **Indian Coffee**, New Delhi, v.39, n.7/8, p.179-180, 1975.

NAYLOR, P.G. Management systems conducive to high production of quality coffee in south-central Africa. **Acta Horticulture**, Amsterdam, n.275, p.69-77, 1990.

NUTMAN, J.F.; 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.

OLIVEIRA, C.A.; POZZA, E.A.; OLIVEIRA, V.B.; SANTOS, E.C.; CHAVES, Z.M. Escala diagramática para avaliação da severidade de cercosporiose em folhas de cafeeiro. In: SIMPÓSIO DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Resumos...** Vitória: [s.n.], 2001. p.80.

PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D. Influência da densidade de plantio de cafeeiros sobre a fertilidade do solo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1996. p.87-105.

PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; ANDROCIOLI FILHO, A. Produção de café em função da densidade de plantio, adubação e tratamento fitossanitário. **Turrialba**, San Jose, v.44, n.4, p.227-231, 1994.

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

RENA, A.B.; NACIF, A.P.; PEREIRA, A.A. Fisiologia de cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p.320.

RODRIGUEZ, S.J.; BOSQUE, L.; PEREZ, P.R.; MORALES, M.A. Effect of planting distances on shaded coffee yield in Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Río Piedras, v.50, n.2, p.82-86, 1966.

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

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T. **Cultivo do cafeeiro irrigado em plantio circular sob pivô central**. Belo Horizonte: O Lutador, 2002. 251p.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café**. 2.ed. Belo Horizonte: O Lutador, 2008. 476p.

SANTINATO, R.; UAMAMUSHI, C.A.; HORIO, C.Y.; IAMANAKA, K. Irrigação do cafezal com tripa plástica e válvula CS, em região hídrica marginal, para *Coffea arabica*. **Cafeicultura Moderna**, Rio de Janeiro, n.3, p.31-39, 1988.

SANTOS, F.S. **Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado**. 2002. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

SANTOS, F.S.; SOUZA, P.E.; POZZA, E.A. Epidemiologia da cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) fertirrigado. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.30, n.1, p.31-37, 2004.

SCALCO, M.S.; MORAIS, A.R. de; COLOMBO, A.; CARVALHO, C.H.M. de; FARIA, M.A. de; MELO, L.Q. de; SILVA, E.L. da. Influência de diferentes critérios de irrigação e densidade de plantio sobre o crescimento inicial do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU/DEAGRO, 2002. p.150-155.

SCARANARI, H.J.; NOGUEIRA NETO, P. Efeito da densidade de plantio sobre a produção de café 'Mundo Novo'. **Bragantia**, Campinas, v.22, n.1, p.373-382, 1963.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, p.507-512, Sept. 1974.

SERA, T. Produtividade e custo de produção de café no Paraná. In: ENCONTRO SOBRE CAFEICULTURA PARANAENSE, 1984, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1984. p.23-31.

SILVA-ACUNÃ, R. Estudo epidemiológico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) utilizando a análise de trilha. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.425-430, 1998.

SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A.; CARAMORI, P.H.; PAVAN, M.A. **Espaçamento e produtividade do cafeeiro**. Londrina: IAPAR, 1985. 6p. (Informe de pesquisa, 56).

TALAMINI, V. Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) com diferentes épocas de início e parcelamentos da fertirrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.1, p.141-149, jan./fev. 2003.

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

VENKATESULU, K.; KUMAR, P.R.; BAKRE, S.G.; UMESH, B.C. Water augmentation scheme for coffee plantations to boost production and productivity. **Indian Coffee**, New Delhi, v.59, n.2, p.9-10, 1995.

VIANA, A.S.; CAMARGO, A.P.; DIAS, H.S. Efeito de espaçamentos regressivos na produção de café por cova e por área. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 6., 1978, Ribeirão Preto, SP. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1978. p.10-12.

VILELLA, W.M. da C. **Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (Coffea arábica L.)**. 2001. 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; VALE, F.X.R. do; PEREIRA, A.A. Manejo integrado das doenças do cafeeiro em cultivo adensado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p.320.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. do. Estratégias múltiplas no manejo integrado de doenças do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA-MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 36., 2003, Uberlândia, MG. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, p.137-153, 2003.

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

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. do; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Encontro sobre produção de café com qualidade**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p.134-215.

ANEXOS

TABELA 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores da área abaixo da curva de progresso do enfolhamento (AACPE), da severidade (AACPSF) e incidência (AACPCF) da ferrugem, severidade (AACPSC) e incidência da (AACPSC) cercosporiose na cultura do cafeeiro, em diferentes manejos de irrigação, plantado em diferentes densidades de plantio.....	50
---	----

TABELA 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores da área abaixo da curva de progresso do enfolhamento (AACPE), da severidade (AACPSF) e incidência (AACPCF) da ferrugem, severidade (AACPSC) e incidência da (AACPSC) cercosporiose na cultura do cafeeiro, em diferentes manejos de irrigação, plantado em diferentes densidades de plantio.

FV	GL	AACPE	AACPSF	AACPIF	AACPSC	AACPIC
Espaçamento	3	9884,73 NS	6597,53 **	6620661,41 **	15033,71 *	14782389,32 **
Blocos	3	1151,66 NS	151,32 NS	140396,11 NS	473,70 NS	287150,06 NS
Erro 1	9	2738,29	220,61	220080,95	2698,21	1948201,49
Irrigação	3	82500,09 **	532,06 NS	524185,18 NS	24337,30 **	17911783,83 **
Espaçamento*Irrigação	9	1268,32 NS	491,9 NS	491511,02 NS	4824,66 NS	3939643,01 NS
Erro 2	36	1047,01	405,17	380647,44	3334,22	2517381,45
TOTAL	63	354361,62	42841,9	41963363,64	307272,07	242560302,7
CV 1 (%) =		3,98	21,28	20,77	40,49	34,34
CV 2 (%) =		2,46	28,84	27,32	45,01	39,04

* Significativo a 5% de probabilidade

** Significativo a 1% de probabilidade

NS Não significativo