



GABRIEL BRANDÃO VASCO

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM
FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO E
MANEJO DE IRRIGAÇÃO EM CAFEIEIRO**

LAVRAS – MG

2012

GABRIEL BRANDÃO VASCO

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM FUNÇÃO DA
DENSIDADE DE PLANTIO E MANEJO DE IRRIGAÇÃO EM
CAFEIEIRO**

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

Orientador

Dr. Edson Ampélio Pozza

Coorientadores

Dr. Rubens José Guimarães

Dra. Myriane Stella Scalco

LAVRAS – MG

2012

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

Vasco, Gabriel Brandão.

Intensidade da mancha de Phoma em função da densidade de
plantio e manejo de irrigação em cafeeiro / Gabriel Brandão Vasco.
– Lavras: UFLA, 2012.

50 p.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Edson Ampélio Pozza.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. Espaçamento. 3. Sistemas de irrigação. 4.
Fungos fitopatogênicos. 5. *Phoma tarda*. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD – 632.44

GABRIEL BRANDÃO VASCO

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM FUNÇÃO DA
DENSIDADE DE PLANTIO E MANEJO DE IRRIGAÇÃO EM
CAFEIEIRO**

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

APROVADA em 29 de fevereiro de 2012.

Dra. Myriane Stella Scalco UFLA

Dr. Rubens José Guimarães UFLA

Dr. Edson Ampélio Pozza
Orientador

LAVRAS – MG
2012

Aos meus pais, José Vasco e Leila Lorenti Brandão Vasco, e aos avós João (*in memoriam*) e Tereza, pelo ensinamento, amor, compreensão, carinho, amizade e esforços dedicados à realização dos meus objetivos.

Aos meus irmãos, Beatriz e Matheus, e a namorada, Rosângela, que me apoiaram nas horas mais difíceis, sendo muito importante para a minha formação.

A todos os cafeicultores, pesquisadores e extensionistas que acreditam e propiciam melhorias na cafeicultura.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida que me proporcionou.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade de realizar os trabalhos.

À Fundação de Amparo e Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor doutor Edson Ampélio Pozza, pela orientação.

Aos coorientadores, professores Rubens José Guimarães e Myriane Stella Scalco, por terem cedido a área experimental para as avaliações, pelo apoio e sugestões durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao doutor Adriano Augusto de Paiva Custódio, pelo incentivo para realização a deste trabalho.

Ao mestrando Leone Stabile Dias Santos, pela ajuda e incentivo na realização deste trabalho.

A toda a equipe de trabalho: Alexandre Roberto Canino, João Alberto Wink e Bárbara de Castro Miarelli, pela ajuda na realização desta dissertação.

A todos os funcionários do Departamento de Fitopatologia, pelo ensinamento e auxílio aos trabalhos realizados.

A todos os amigos e colegas da pós-graduação, pelos trabalhos desenvolvidos em grupo e pelo agradável convívio.

A todos os amigos e os colegas da faculdade e da república Kana Sutra, pelas horas de diversão e lazer que me proporcionaram.

Aos meus pais, pela oportunidade de cursar uma faculdade e por estarem sempre ao meu lado.

Aos irmãos, Matheus e Beatriz, e à namorada, Rosângela, pelo incentivo e conselhos nas horas mais difíceis.

MUITO OBRIGADO

BIOGRAFIA

Gabriel Brandão Vasco, filho de José Vasco e Leila Lorenti Brandão Vasco, nasceu em Orlândia, no estado de São Paulo, em 10 de dezembro de 1987.

Concluiu o ensino primário na escola particular Raízes e Asas, em 2002 e em 2005, concluiu o ensino médio no colégio Logos, ambos na cidade de Orlândia, SP.

Em 30 de abril de 2007 ingressou no curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Lavras, colando grau em janeiro de 2011. Foi bolsista de iniciação científica (FAPEMIG) de novembro de 2008 a dezembro de 2010, trabalhando com projeto de Epidemiologia e Manejo de doença, no Departamento de Fitopatologia, sob a orientação do professor doutor Edson Ampélio Pozza.

Ingressou, em março de 2011, no Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, tendo como linha de pesquisa Epidemiologia e Manejo de doenças de plantas, sob orientação do professor doutor Edson Ampélio Pozza. Foi bolsista do programa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Em fevereiro de 2012 concluiu o curso de mestrado, com a defesa desta dissertação.

RESUMO

O sistema de plantio da lavoura e o método de irrigação utilizado podem influenciar o progresso de doenças na cultura do cafeeiro. Assim, objetivou-se, neste trabalho, verificar a incidência e a severidade da mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, em lavoura irrigada por gotejamento sob diferentes manejos de irrigação e densidades de plantio. O estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em cafeeiro adulto da cultivar Rubi. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a quatro densidades de plantio nas parcelas e seis manejos de irrigação nas subparcelas. Foram quantificadas, mensalmente, a incidência e a severidade da mancha de phoma no terço médio da planta, amostrando-se oito folhas por planta, entre os meses de setembro de 2009 e agosto de 2011, totalizando 24 avaliações. Em seguida, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença, que foi submetida à análise de variância ($P < 0,05$) e realizada a curva de progresso da doença. Houve diferença significativa para a interação de manejos de irrigação e densidade de plantio no progresso da mancha de phoma para a incidência. Houve maior incidência da doença no tratamento não irrigado (9.569,31) quando comparado aos irrigados, na densidade de 2.500 plantas.ha⁻¹. A curva de progresso para a incidência da doença permitiu a inferência no mês de julho e agosto de 2010 e no mês de julho de 2011, maior incidência da mancha de phoma. Para a severidade, houve diferença significativa para a interação. Houve maior severidade da doença no tratamento não irrigado (468,77), quando comparado aos irrigados, na densidade de 2.500 plantas.ha⁻¹. No tratamento não irrigado, a disponibilidade de nutrientes das plantas é menor, favorecendo maior infecção da *Phoma tarda*. A curva de progresso da doença para a severidade mostrou que, nos meses de junho, julho e agosto, houve maior severidade da mancha de phoma.

Palavras-chave: Espaçamento. *Coffea Arabica*. *Phoma tarda*. Sistemas de irrigação.

ABSTRACT

The plantation system of the farming and the irrigation method used may influence the progress of the disease at the coffee farming. So, it was the goal of this work to verify the incidence and the severity of the phoma spot on leaves of coffee plants, on farming irrigated by dripping under different irrigation managements and plantation density. The study was carried out at the experimental area of Agriculture Department of Federal University of Lavras, on adult coffee plantation of Rubi plant variety. The experimental design was in randomized blocks, with four repetitions. The treatments corresponded to four plantation densities in portions and six irrigation managements in subplots. The incidence and the severity of the phoma spot was quantified monthly, in the middle third of the plant, by sampling eight leaves by plant, between September 2009 and August 2011, totalizing twenty-four assessments. After this, the area under the progress curve of the disease was calculated, which was submitted to the variance analysis ($P < 0,05$) and the progress curve of the disease was accomplished. There was a significant difference to the interaction of the irrigation management and the plantation density of the plants in the progress of the phoma spot to the incidence. There was higher incidence of the disease in the non-irrigated treatment (9.569,3) when compared to the irrigated ones, in the density of 2.500 plants.ha⁻¹. The progress curve to the disease incidence proved to be that on July and August 2010 and on July 2011, there was a higher incidence of the phoma spot. To the severity, there was significant difference to the interaction. There was higher severity of the disease in the non-irrigated treatment (468,8) when compared to the irrigated ones, in the density of 2.500 plants.ha⁻¹. Probably the lower availability of the nutrients to the plants in the non-irrigated treatment, and the lower air circulation in dense plantations, let the plants more susceptible to the *Phoma tarda* infection. The disease progress curve to the severity showed that in the month of June, July and August there was a higher severity of the phoma spot.

Keywords: Spacing. *Coffea Arabica*. *Phoma tarda*. Irrigation Systems.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	A mancha de phoma do cafeeiro	12
2.2	Densidades de plantio	15
2.3	Irrigação na cultura do cafeeiro e doenças	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1.1	Características do campo experimental e da cultura	21
3.1.2	Tratos culturais	22
3.1.3	Delineamento experimental e tratamentos	22
3.1.4	Sistema de irrigação	23
3.1.5	Manejo da irrigação	23
3.1.6	Coleta de dados meteorológicos	24
3.1.7	Avaliação da incidência e da severidade da doença	24
3.1.8	Análise estatística	25
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	26
4.1	Incidência da doença	26
4.1.1	Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a incidência (AACPD), no desdobramento da densidade de plantio	30
4.1.2	Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a incidência (AACPD), no desdobramento do manejo de irrigação	32
4.2	Severidade da doença	35
4.2.1	Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a severidade (AACPD), no desdobramento da densidade de plantio	39
4.2.1	Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a severidade (AACPD), no desdobramento do manejo de irrigação	40
5	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do cafeeiro, no Brasil, teve início em áreas com condições edafoclimáticas favoráveis ao seu crescimento e ao seu desenvolvimento. Recentemente, a má distribuição das chuvas e os plantios em áreas com déficit hídrico exigiram o uso da irrigação para tornar a cultura viável. Além dessas áreas, a irrigação suplementar em lavouras com déficit hídrico em períodos críticos devido às estiagens e veranicos tem se mostrado vantajosa, com aumento significativo da produtividade (COELHO et al., 2009; FARIA et al., 2001; FARIA; REZENDE, 1997; LIMA et al., 2009). Associa-se ao uso dessa tecnologia o cultivo em reduzido espaçamento de plantio, com a finalidade também de se obter maiores produtividades, com retornos econômicos mais rápidos e melhor utilização dos insumos agrícolas (CARVALHO; CHALFOUN, 1998; PEREIRA; CUNHA, 2004). Tanto a irrigação quanto o adensamento das lavouras cafeeiras fazem parte de novos pacotes tecnológicos, com o objetivo de aumentar a produtividade do cafeeiro.

A utilização da irrigação mais o adensamento de plantio provocam uma alteração no microclima da lavoura, ocasionando modificações nos padrões fisiológicos, morfológicos e produtivos (PEREIRA et al., 2006), podendo alterar a nutrição da planta e o seu sistema de defesa. Isso resulta em um microclima diferenciado, com maior número de horas de molhamento foliar, maior umidade relativa do ar e menor temperatura na copa, aumentando a intensidade de doenças (BOLDINI, 2001; CUSTÓDIO, 2008; PAIVA, 2008; SANTOS et al., 2004; TALAMINI et al., 2001).

Entre as doenças, a mancha de phoma é responsável por causar perdas significativas aos cafeicultores (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010), entre 15% e 43% da produção (ALMEIDA; MATIELLO, 1989). Ocorrem em folhas, ramos e rosetas florais do cafeeiro e encontra-se distribuída em diferentes

zonas cafeeiras do mundo (SALGADO; PFENNING, 2000). Os principais danos associados à doença são a seca dos ponteiros, a morte dos botões florais e das brotações novas, a queda de frutinhos e a má granação dos frutos devido à desfolha (CARVALHO; CHALFOUN, 1998), resultando em menor produtividade da lavoura e aumento da quantidade de fungicida utilizado para o controle.

Além do mais, o entendimento dos fatores ambientais favoráveis à ocorrência de doenças e pragas permitirá conhecer métodos de controle que visem à redução dessas perdas na lavoura, gerando informações relevantes sobre o manejo eficaz da água de irrigação. Portanto, pretendeu-se elaborar estratégias para reduzir perdas ao cafeicultor, com um manejo eficaz da água de irrigação e a melhor densidade de plantio, o que refletirá na redução de impactos ambientais, melhor posicionamento de fungicidas e maior sustentabilidade do agroecossistema.

Sendo assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a incidência e a severidade da mancha de phoma em lavoura com irrigação localizada tipo gotejamento, em diferentes manejos de irrigação e densidades de plantio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A mancha de phoma do cafeeiro

A doença foi constatada no país, inicialmente, em cafezais localizados em altitudes elevadas, no estado do Espírito Santo e em regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais. No entanto, a doença tem sido encontrada em outras regiões, em lavouras expostas a ventos fortes e frios, com as faces voltadas para o sul, sudeste e leste (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

Segundo Pfenning, Salgado e Almeida (2007) e Salgado e Pfenning (2000), a parte aérea do cafeeiro abriga várias espécies do gênero *Phoma*, porém, no Brasil, a mancha de phoma tem como agente etiológico o fungo *P. tarda* (Stewart) Boerema & Bollen (PFENNING; SALGADO; ALMEIDA, 2007). Na Colômbia, Gómez-Quiroga e Bustamante-Rojas (1977) concluíram que o fungo desenvolveu-se em condições de três horas de luz e temperatura entre 18 °C e 26 °C, com o máximo de infecção aos 22 °C. No trabalho realizado por Fernandez-Borrero (1961), confirmou-se a necessidade de temperaturas mais baixas e umidade alta, para germinação dos conídios e crescimento da colônia em meio de cultura no laboratório.

A penetração do fungo é facilitada por danos mecânicos nos tecidos da planta, produzidos pelos insetos ou pelo roçar de folhas tenras causado por ventos (CARVALHO; CUNHA; SILVA, 2011). Fatores climáticos e nutricionais podem favorecer o surgimento da mancha de phoma. A doença é favorecida por temperaturas entre 18 °C e 19 °C, ventos fortes e frios, precipitação elevada, condições prevalentes em altitude superiores a 900 m (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010; VALE; ZAMBOLIM; ZAMBOLIM, 2005). Desequilíbrios nutricionais podem facilitar a infecção de

phoma na planta, devido ao esgotamento dos ramos produtivos (CHALFOUN; CARVALHO, 2002). Durante o ano, essas condições ocorrem, geralmente, nos meses que antecedem a primavera-verão e outono-inverno (março a junho). Nessas épocas, podem ocorrer maiores taxas de progresso da doença, porém, dependendo da região e das condições de clima específico, podem ocorrer em outros meses (CARVALHO; CUNHA; SILVA, 2011).

No campo, a infecção começa pela parte apical, no broto terminal, nas folhas tenras, ainda sem estruturas físicas de resistência e ramos laterais, atingindo os tecidos jovens (folhas, ramos e frutos). Nas folhas novas, a doença produz manchas circulares de cor escura e de tamanho variado, podendo chegar a 2 cm de diâmetro. Quando as lesões atingem as bordas das folhas, estas se encurvam, podendo apresentar rachaduras e ser facilmente confundidas com deficiência de boro. Nos ramos doentes, são visualizadas lesões deprimidas escuras, que podem envolver todo o seu diâmetro. Pode ainda atingir as rosetas florais, necrosando de forma indireta as flores e frutos (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010; VALE; ZAMBOLIM; ZAMBOLIM, 2005).

A maior infecção pode ocorrer devido à falta de barreiras de resistência incitadas por desequilíbrio nutricional. Lima et al. (2009), trabalhando com mudas de cafeeiro em solução nutritiva com diferentes doses de N/K, observaram que o desequilíbrio da relação N/K promove alterações no estado nutricional e favorece a infecção de *P. tarda* em mudas de cafeeiro. Assim, o manejo da adubação de forma adequada e equilibrada pode contribuir para minimizar alterações nutricionais de mudas de cafeeiro e reduzir o número de pulverizações com fungicidas para o controle de *P. tarda*. Já para o Ca e o K, Catarino (2011), trabalhando com mudas de cafeeiro em solução nutritiva, obteve a menor área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a incidência quando utilizou doses equilibradas de Ca (2 mmol.L^{-1}) e de K (7

mmol.L⁻¹). Para a severidade da doença, obteve a menor área abaixo da curva de progresso (27,19) quando utilizou as menores doses de Ca e de K.

Além do desequilíbrio nutricional, a presença de água fornecida pela irrigação, na qual modifica o ambiente da lavoura, e a face de exposição da planta podem favorecer a infecção. Santos et al. (2010), estudando incidência da mancha de phoma em folhas de cafeeiro, em lavoura irrigada por gotejamento, sob diferentes manejos de irrigação, e quanto à face de exposição norte e sul das plantas, constataram que a maior incidência da doença ocorreu no tratamento não irrigado (931,13), quando comparado aos irrigados. Possivelmente, a menor disponibilidade de nutrientes às plantas no tratamento não irrigado deixou-as mais suscetíveis à infecção da *P. tarda*. Houve também maior incidência da doença na face sul das plantas (756,22), quando comparada à face norte (405,46). Como consequência da menor exposição à radiação solar e do maior tempo de sombreamento na face sul das plantas, houve incremento no período de molhamento foliar favorável ao aumento da infecção do patógeno.

Dessa forma, é necessário conhecer métodos eficazes no manejo da mancha de phoma. Para reduzir a intensidade da doença, recomendam-se o controle cultural e o químico. Para o controle químico, recomenda-se utilizar fungicidas preventivos na pré e pós-florada, nos meses de agosto/setembro, podendo estender-se até novembro/dezembro. Para o controle cultural, recomenda-se escolha adequada do local da implantação, evitando-se áreas sujeitas a ventos frios e fortes. Em lavouras já instaladas, devem-se implantar quebra ventos e nutrir a planta de forma correta e equilibrada (CARVALHO; CHALFOUN, 1998).

2.2 Densidades de plantio

De 1927 até 1970, nos estados de São Paulo e Paraná, as lavouras do cafeeiro foram cultivadas no espaçamento padrão de 3,5 a 4,0 m entre linhas por 3,5 a 4,0 m entre plantas, com densidade de 700 a 800 plantas por hectare. A partir de 1970, foram introduzidos espaçamentos mais racionais, visando facilitar as práticas de cultivo das lavouras, especialmente as pulverizações para o controle de pragas e doenças (BARTHOLO; MELO; MENDES, 1998). Foi utilizado, então, espaçamento de 3,0 a 4,5 m entre linhas e 1,5 a 2,0 m entre plantas, totalizando 1.500 a 2.000 plantas por hectare (MIGUEL et al., 1986).

Atualmente, há tendência de reduzir os espaçamentos do plantio na maioria das culturas, especialmente das lenhosas perenes, empregando-se espaçamentos que variam de 2 a 4 m entre as linhas de plantio e de 0,5 a 1,0 m entre as plantas na linha de plantio, totalizando de 5.000 a 10.000 plantas.ha⁻¹ (PEREIRA et al., 2006).

No caso do cafeeiro, a principal vantagem dos plantios adensados é o ganho em produtividade, com maior eficiência na utilização da radiação solar, da água, dos minerais, nas operações de capina e transporte e, possivelmente, pelo melhor controle das plantas invasoras (MIGUEL et al., 1986; PEREIRA et al., 2011; SIQUEIRA et al., 1985; VIANA; CAMARGO; DIAS, 1978). Segundo Pavan e Chaves (1996), o adensamento da lavoura proporciona melhoria na eficiência de uso de água e nutrientes pelo cafeeiro, o que, invariavelmente, resulta em ganhos de produtividade e melhoria da fertilidade do solo. Como desvantagem, Miguel et al. (1986) citam 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 por parte do cafeicultor. De acordo com Morais et al. (2006), o sombreamento provocado pelo adensamento evita o declínio acentuado, durante

a noite, das temperaturas do ar e da folha. Essas plantas sombreadas produzem frutos maiores, em virtude da maturação mais lenta, entretanto, emitem menos ramos plagiotrópicos, com menor número de nós por ramo e poucos nós com frutos, o que resulta na redução da produção de café.

No sistema de plantio adensado, o ambiente na copa pode ser modificado, a circulação de ar e a intensidade luminosa são reduzidas (KRUGNER, 1978). De acordo com Paiva (2008), as cultivares de porte baixo vêm apresentando bom comportamento no desenvolvimento e na produção da lavoura, para espaçamentos mais adensados ou não, porém, são suscetíveis à cercosporiose, principalmente em plantios menos adensados.

Essa modificação microclimática promovida pelo adensamento de plantio pode resultar numa maior incidência e severidade da doença. Matiello e Carvalho (1981) observaram, em plantios adensados, maior incidência da ferrugem, variando de uma região para outra. Carvalho e Chalfoun (2000), estudando o comportamento de algumas doenças foliares do cafeeiro em sistemas de plantio adensado, observaram aumento da incidência da ferrugem e redução da incidência da cercosporiose. Segundo Hangdong e Bartolome (1966) e Pavan et al. (1994), foram observados, com a utilização do adensamento entre as plantas, diminuição do ataque por bicho-mineiro, aumento no rendimento de operações de fertilização, diminuição da erosão, menor necessidade do controle de plantas daninhas e a utilização mais eficiente dos fertilizantes aplicados. Portanto, há a necessidade de se definir uma densidade de plantio que não comprometa a produção.

2.3 Irrigação na cultura do cafeeiro e doenças

A produção de uma cultura é influenciada pelo suprimento de água e de nutrientes. Dessa forma, um dos fatores que concorreram para a expansão da

cafeicultura irrigada nos últimos anos foi a variabilidade climática observada em muitas regiões cafeeiras do país (RODRIGUES et al., 2005).

O plantio do cafeeiro em zonas consideradas marginais e também a busca por maiores produtividades necessitam da irrigação para fornecer suprimento de água ao cafeeiro, proporcionando o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Com isso, o uso da irrigação em cafezais tem crescido nos últimos anos, devido às dificuldades climáticas observadas em muitas regiões cafeeiras no país (MATIELLO et al., 2002). De acordo com Faria e Rezende (1997), mesmo em áreas aptas para o cultivo do café, como o Sul de Minas, tem-se a necessidade da irrigação suplementar. Isso por causa do efeito das estiagens nos períodos críticos, prejudicando a lavoura, pois elas atuam na fase de expansão do grão.

A irrigação realizada no período em que a planta mais necessita pode contribuir para melhores resultados de produtividade. Coelho et al. (2009) estudaram, por oito safras, a produtividade do cafeeiro Catuaí, em Lavras, MG e concluíram que a irrigação por gotejamento, entre 01/06 e 30/09, proporcionou aumentos significativos de produtividade, com média de 59 sacas ha⁻¹

A busca por melhores produtividades com o uso da irrigação e também pela quantidade de água fornecida pode contribuir para o sucesso. Scalco et al. (2002) estudaram diferentes critérios de irrigação em lavouras adensadas ou não adensadas. Observaram aumento na produtividade de café beneficiado na primeira safra, à medida que aumentaram a lâmina de irrigação e o adensamento de plantio. Porém, citam que houve diminuição da produtividade nos tratamentos irrigados na segunda safra, antecipando o efeito da bienalidade ao longo do ciclo da cultura. Miranda et al. (2006) e Santos, Souza e Pozza (2004), em estudo da produtividade do cafeeiro irrigado via gotejamento por três safras, em Lavras, MG, encontraram maiores produtividades em função do fornecimento de maiores lâminas de água repostas, calculadas em função da

ECA. O incremento produtivo comportou-se linearmente, de forma que maiores produtividades ocorreram na maior lâmina de irrigação, de 100% ECA.

A água fornecida pela irrigação, principalmente a do tipo aspersão, modifica o microclima da lavoura, alterando as condições do ambiente, aumentando o período de molhamento foliar. Esse fato, provavelmente, contribui para aumentar a incidência das doenças (CARVALHO; CHALFOUN, 2000; VALE et al., 2004). Por outro lado, a irrigação por vários outros sistemas afeta a turgidez dos órgãos das plantas, com tendência a manter os estômatos abertos, podendo facilitar a entrada do patógeno (ROTEM; PALTI, 1969).

A maior incidência da doença pode ocorrer com o fornecimento de quantidades elevadas de água para a planta. Juliatti et al. (2000) estudaram a incidência da cercosporiose em cafeeiro e observaram a influência das lâminas de irrigação e não dos tipos de sistemas de irrigação. Maiores incidência da doença foram observadas nas maiores lâminas de 80 e 100 mm/mês, no sistema de gotejamento. Resultado contrário foi encontrado por Nunes et al. (2006) que, trabalhando com a incidência da cercosporiose em cafeeiro irrigado por gotejamento, verificaram maior pico da incidência no mês de julho. Observaram também menor incidência da doença quando aplicadas maiores lâminas de água. Nas parcelas sem aplicação de fungicidas, a menor incidência foi observada na maior lâmina de irrigação (145% ECA), com índices inferiores a 10%, enquanto a maior incidência foi observada no tratamento não irrigado, com índices entre 30% a 35%.

O manejo de irrigação e a densidade de plantio modificam o ambiente da planta, favorecendo a intensidade da doença. Paiva (2008) estudou a incidência e a severidade da cercosporiose e da ferrugem do cafeeiro em folhas, em lavoura irrigada sobre diferentes manejos de irrigação (irrigação quando a tensão de água no solo atingia valores de 20 e 60 kPa, irrigações utilizando o manejo do balanço hídrico) e densidades de plantio (2.500, 3.333, 5.000 e 10.000

plantas/ha). Cita o autor que os plantios adensados favoreceram a incidência e a severidade da ferrugem e reduziram a incidência e a severidade da cercosporiose. Acredita-se que, após a ocorrência de chuvas ou orvalho, aumente o período de molhamento foliar nos sistemas adensados, favorecendo o desenvolvimento da ferrugem. Houve também maior incidência e severidade da cercosporiose no tratamento não irrigado e plantado nos sistemas convencionais. Provavelmente, o cafeeiro a pleno sol estaria mais suscetível à cercosporiose, devido à menor umidade do solo, decorrente da maior exposição à luz. Os manejos de irrigação não interferiram na curva de progresso da incidência e da severidade da ferrugem do cafeeiro. Possivelmente, no método de irrigação utilizado, a distribuição de água é feita apenas no solo, na região de maior concentração de raízes, não proporcionando o molhamento foliar.

Resultados diferentes foram observados por Boldini (2001) e Santos et al. (2004). Trabalhando com a incidência da cercosporiose em cafeeiro irrigado por gotejamento, utilizando lâminas de 0% (não irrigado), 40%, 60%, 80% e 100% ECA, estes autores observaram maior incidência da doença no tratamento não irrigado e em menores lâminas de água. Houve redução da incidência da doença, em folhas e frutos, com o aumento da lâmina de irrigação aplicada até 100% ECA. Provavelmente, a alta umidade do solo tornou os nutrientes disponíveis às plantas, dificultando a infecção do patógeno. Conforme Bernardo, Soares e Mantovani (2006), deve-se evitar o prolongamento do período de molhamento das folhas e do colo das plantas, fazendo-se a irrigação durante a noite, quando o orvalho já está presente, e aumentar o turno de irrigação.

Existem trabalhos relacionando a densidade de plantio e os manejos de irrigação com as principais doenças do cafeeiro, cercosporiose e ferrugem, porém, poucos relacionados com a mancha de phoma. Portanto, estudos são indispensáveis para relacionar os aspectos epidemiológicos de doenças de planta com relação aos métodos e à quantidade de água fornecida pela irrigação e o

adensamento de plantas, pois, com a cercosporiose, podem ocorrer redução ou aumento na doença, dependendo do agroecossistema.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Características do campo experimental e da cultura

O trabalho foi realizado na área experimental do Departamento de Agricultura (Figura 1) da Universidade Federal de Lavras, nas coordenadas latitude 21°13'32''S, longitude 44°58'15'' W, à altitude média de 933 m (BRASIL, 1992). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro, com textura muito argilosa.

A cultivar de café utilizada foi a 'Rubi – MG 1192' (*Coffea arabica* L.), em área de irrigação localizada do tipo gotejamento. O plantio da lavoura foi realizado no mês de janeiro de 2001. Em setembro de 2007, a lavoura foi esqueletada a 0,4 m do caule e decotada a 1,4 m de altura.



Figura 1 Imagem de satélite do campo experimental. UFLA, Lavras, MG, 2011 (GOOGLE EARTH, 2011)

3.1.2 Tratos culturais

Foi realizado o controle fitossanitário, durante toda a condução do experimento, para a cercosporiose, a ferrugem e as pragas do cafeeiro. As pulverizações ocorreram nos dias 23/10/2009 (Sphere Max, 70 ml), 07/04/2010 (Opera, 1,5 L/ha), 19/08/2010 (Opera, 1,5 L/ha) e 10/02/2011 (Opera, 1,5 L/ha). Também foi realizado o adequado manejo de plantas daninhas.

A calagem e a adubação foram realizadas de acordo com análise química do solo e complementadas conforme o resultado da análise foliar. As interpretações das análises de folha e de solo seguiram a recomendação de Guimarães, Alvarez e Ribeiro (1999), considerando-se também a recomendação de Santinato e Fernandes (2002) para lavoura irrigada e de Malavolta e Moreira (1997), de acordo com os diferentes sistemas de produção.

3.1.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas. As quatro densidades de plantio foram localizadas nas parcelas e as cinco técnicas de manejos de irrigação e a testemunha não irrigada foram distribuídas de modo aleatório nas subparcelas, totalizando 24 parcelas.

Os tratamentos nas quatro parcelas corresponderam às densidades de plantio de 2.500 (4 x 1m), 3.333 (3 x 1m), 5.000 (2 x 1m) e 10.000 (2 x 0,5m) plantas/ha. Nas seis subparcelas, foram dispostas: a testemunha (T0, não irrigado); irrigações durante todo o ano, quando a tensão da água no solo atingiu valores de 20 e 60 kPa (T1 e T2, respectivamente); irrigações quando a tensão da água no solo atingiu valores de 20 e 60 kPa (T3 e T4, respectivamente) e suspensas durante os meses de julho e agosto ou quando o déficit hídrico

acumulado pelo balanço hídrico climatológico das áreas irrigadas atingiu valores superiores a 100 mm, e irrigações utilizando o manejo do balanço hídrico climatológico (BHC), calculado por meio do software Irriplus (T5), com turnos de irrigação fixos de dois e três dias.

Cada parcela foi composta por dez plantas, sendo consideradas úteis as oitos centrais.

3.1.4 Sistema de irrigação

O sistema utilizado foi gotejamento, de acionamento manual. A água foi distribuída às plantas por meio de gotejadores autocompensantes (Katif) distanciados em 0,40 m entre si, com pressão de serviço de 300 kPa (30 mca) e vazão nominal de 3,75 L h⁻¹.

O sistema possuiu unidade central de controle, também conhecida por “cabeçal de controle”, com adutora de tubos PVC (PN 80) e de derivação de PVC (PN40), linhas laterais de tubo flexível de polietileno (PN 40) com registros e gotejadores. O “cabeçal de controle” é constituído de filtros de areia e disco, bomba injetora de fertilizantes, conexões e manômetro.

3.1.5 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 0,25 m 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 foram localizados na fileira de plantas, a cerca de 0,10 m afastados da base do caule.

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 climatológico (Irriplus), os dados meteorológicos necessários foram monitorados diariamente, utilizando-se uma estação meteorológica automática μ Metos®, instalada na área do experimento. As irrigações foram feitas em turnos fixos de dois e três dias na semana (segunda, quarta e sexta-feira).

3.1.6 Coleta de dados meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos de estação meteorológica automática μ Metos®, instalada ao lado da área experimental, externa ao experimento. O período de monitoramento foi compreendido de acordo com a mesma época da avaliação da mancha de phoma.

Os dados obtidos corresponderam aos valores diários de temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, umidade relativa do ar, radiação, precipitação, velocidade e direção do vento.

3.1.7 Avaliação da incidência e da severidade da doença

As avaliações da incidência e da severidade da doença foram realizadas a cada 30 dias, durante 24 meses, de setembro de 2009 a agosto de 2011. Para avaliar a incidência e a severidade, foram amostradas 12 folhas por planta, em oito plantas por parcelas, totalizando 96 folhas. Para determinar a incidência da doença, foi determinada a porcentagem de folhas com sintomas da doença em relação ao total amostrado. Para a severidade, foram atribuídos valores, em

porcentagem de área foliar lesionada, de acordo com a escala diagramática proposta por Salgado et al. (2009).

Os resultados referentes aos índices médios de incidência e de severidade para a doença foram plotados em gráficos do progresso da doença, durante o período de avaliação. Os dados obtidos da incidência e da severidade da doença nas folhas de cafeeiro foram integrados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), segundo a equação de Shaner e Finney (1977),

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

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 observação.

3.1.8 Análise estatística

Foi utilizado, para a análise estatística do experimento, o programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2000) versão 4.0. Realizou-se a análise de variância da área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a incidência e para a severidade, em função dos diferentes manejos de irrigação e da densidade de plantio. Em seguida, as variáveis significativas no teste F foram comparadas, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), utilizando-se o teste de Scott-Knott. Com a interação significativa entre manejos de irrigação e densidade de plantio, realizaram-se os desdobramentos.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Incidência da doença

Houve variação na incidência da doença, com índice de até 15%, em setembro de 2009, no início das avaliações, caindo para valores próximos de 5%, nos meses de novembro a fevereiro. Em março de 2010, ocorreu aumento da doença, fato que não ocorreu no mesmo período de 2011 (Gráfico 1A). Provavelmente, a maior quantidade de chuvas observada em março de 2011 ocasionou menor incidência (Gráfico 1B). A maior incidência foi observada em julho e agosto de 2010 e julho de 2011, com 21,43%, 19,89% e 17,01%, respectivamente. Os meses de maior incidência (julho e agosto) foram os de menor pluviosidade (Gráfico 1A e 1B). A menor incidência foi observada nos meses de novembro e dezembro de 2009 e 2010 e janeiro, fevereiro, abril, maio de 2010 e nos meses de janeiro a maio de 2011, com índices entre 4,18% a 8,49% (Gráfico 1A).

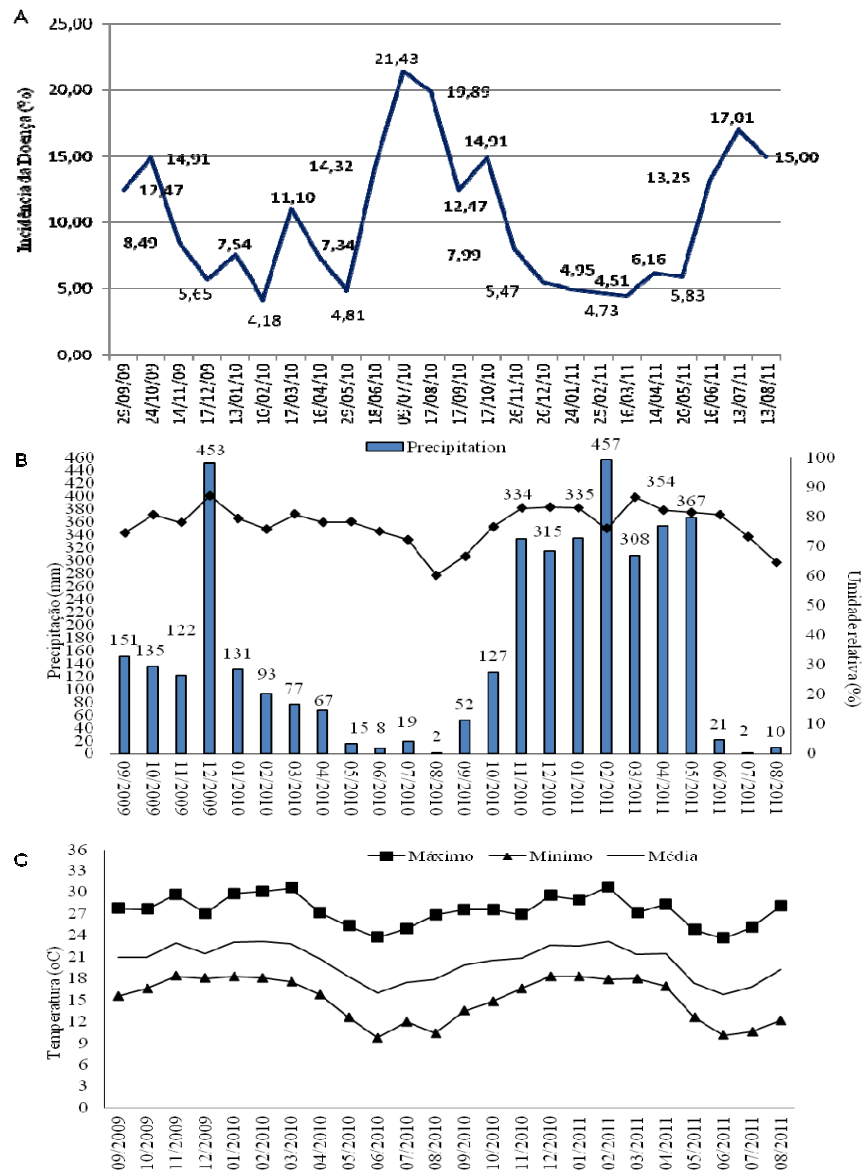


Gráfico 1 Curva de progresso da doença para a incidência da mancha de phoma (A), médias das variáveis climatológicas precipitação e umidade relativa (B) e médias das variáveis climatológicas temperatura média, máxima e mínima (C), no período de setembro de 2009 a agosto de 2011. UFLA, Lavras, MG, 2012

De acordo com os dados meteorológicos (Gráfico 1B e 1C), ocorreu menor precipitação, aproximadamente 8 mm, e menor temperatura média, em torno de 17,84°C, nos meses de maior incidência da mancha de phoma (julho e agosto). Embora tenham sido observadas baixa precipitação e baixa temperatura do ar, provavelmente, o número de horas de molhamento foliar, devido à água da gutação ou do orvalho, foi suficiente para a infecção. Segundo Pozza, Carvalho e Chalfoun (2010), a doença é favorecida por temperaturas entre 18 °C e 19 °C e por chuvas. No entanto, não especificam qual o número de horas de molhamento foliar necessário para a infecção. Nessa época do ano é comum, devido às baixas temperaturas, o maior tempo de permanência do orvalho ou da água de gutação na superfície foliar.

O comportamento da curva de progresso da doença para as quatro densidades foi semelhante até agosto de 2011 (Gráfico 2). Ficou evidente, até março de 2011, o menor progresso da doença nas menores densidades de plantio, como, por exemplo, em julho de 2010, quando as incidências foram de 13,67%, 18,58%, 30,95% e 22,53%, para as densidades de 2.500 (4 x 1m), 3.333 (3 x 1m), 5.000 (2 x 1m) e 10.000 (2 x 0,5m) plantas.ha⁻¹, respectivamente. No sistema adensado, possivelmente ocorre a redução da temperatura da copa (BARRADAS; FANJUL, 1984; CARAMORI; ANDROCOLI FILHO; BAGIO, 1995) e, após a ocorrência de chuvas ou de orvalho, o período de molhamento foliar dure mais tempo, favorecendo a ocorrência da doença. Após essa data, ocorreram redução da doença na densidade de 10.000 (2 x 0,5m) plantas.ha⁻¹ e aumento nas demais. No mês de julho de 2011 houve maior incidência da doença na densidade de 5.000 plantas.ha⁻¹, de 25,13%.

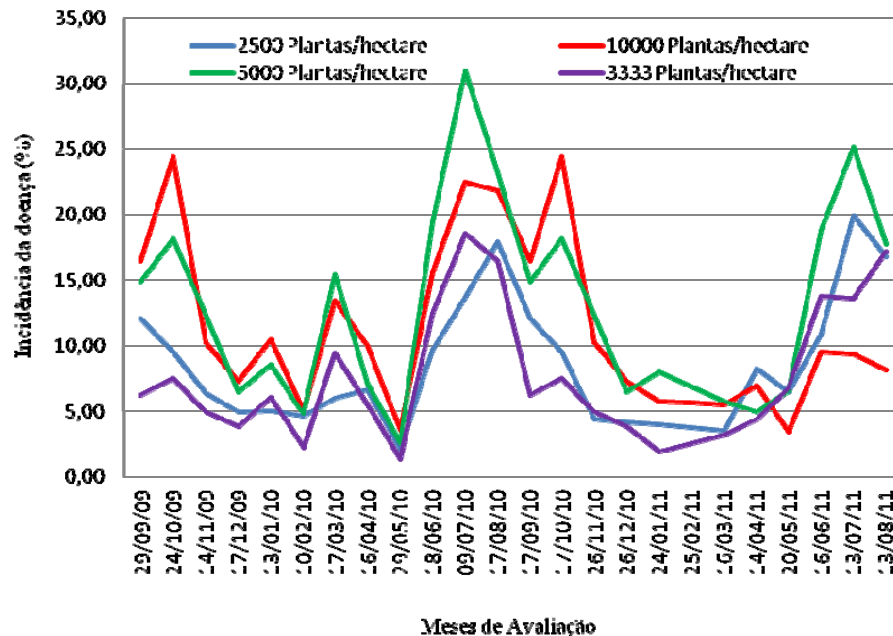


Gráfico 2 Curva de progresso da doença para a incidência da mancha de phoma em função das densidades de plantio estudadas, período de setembro de 2009 a agosto de 2011. UFLA, Lavras, MG,2012

Para a correlação entre incidência da doença e variáveis ambientais, observou-se correlação não significativa para as temperaturas máxima, média e mínima, somente para a densidade de plantio de 10.000 (2 x 0,5m) plantas.ha⁻¹. Como os sensores foram instalados fora do experimento, certamente, nessa densidade, a temperatura interna da copa não refletiu os dados externos. Nas demais densidades de plantio, houve correlação negativa para as temperaturas máximas e mínimas. Houve aumento na intensidade da doença com as menores temperaturas máxima e mínima, estando de acordo com a curva de progresso da doença e a curva de temperatura no gráfico meteorológico (**Gráfico 1C**). De acordo com Fernandez-Borrero (1961) e Pozza, Carvalho e Chalfoun (2010), para que ocorram a germinação dos conídios e o crescimento da colônia em

meio de cultura no laboratório, há a necessidade de temperaturas mais baixas (18 °C e 19 °C) e umidade alta, o que foi observado neste experimento.

Tanto para a umidade relativa quanto para a precipitação, a não significância da correlação pode refletir a inexistência da relação com os fatores externos e, sim, com o molhamento foliar da copa, devido à gutação ou outros fatores predisponentes.

Tabela 1 Coeficientes de correlação entre a incidência da mancha de phoma nas diferentes variáveis climáticas

Variáveis ambientais	Número de plantas/ha			
	2.500 plantas.ha ⁻¹	3.333 plantas.ha ⁻¹	5.000 plantas.ha ⁻¹	10.000 plantas.ha ⁻¹
Tmax (°C)	-0,579*	-0,731*	-0,648*	-0,298 ^{ns}
Tmed (°C)	-0,719*	-0,808*	-0,716*	-0,33 ^{ns}
Tmin (°C)	-0,775*	-0,805*	-0,728*	-0,376 ^{ns}
UR (%)	-0,525 ^{ns}	-0,351 ^{ns}	-0,378 ^{ns}	-0,406*
Prec (mm)	-0,536 ^{ns}	-0,525*	-0,387 ^{ns}	-0,19 ^{ns}

1 Temperatura máxima (Tmax), temperatura média (Tmed), temperatura mínima Tmin), umidade relativa do ar (UR) e precipitação (Prec). 2 ns: não significativo, * significativo (P<0,05)

4.1.1 Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a incidência (AACPD), no desdobramento da densidade de plantio

Para a AACPD da mancha de phoma, a interação do manejo de irrigação com a densidade de plantio foi significativa, a 5% de significância. No desdobramento da densidade de plantio, somente a densidade de 2.500 (4 x 1m) plantas.ha⁻¹ apresentou efeito significativo, em função do manejo de irrigação (Gráfico 3).

Ocorreu diferença significativa entre os manejos de irrigação com a testemunha. A AACPD para a incidência foi maior na testemunha (9.569,3). Nos outros manejos de irrigação, houve menor AACPD para a incidência, com índice entre 4.625,8 a 5.119,1 (**Gráfico 3**). Provavelmente, o deficit hídrico na parcela permitiu uma menor absorção de nutrientes pela planta, ficando vulnerável à mancha de phoma. Nos outros tratamentos, a incidência da mancha de phoma foi semelhante, tendo a irrigação, possivelmente, suprido as necessidades de água e nutrição da planta. Conforme Lima et al. (2000) e Rotem e Palti (1969), a irrigação supre as necessidades de água da planta, além de nutri-lá melhor, propiciando, assim, um melhor enfolhamento. Para a ferrugem e a cercosporiose do cafeeiro, Paiva (2008) também relatou maiores intensidades da doença em plantas não irrigadas e em sistemas convencionais.

Um dos fatores que impedem a entrada do patógeno na planta é a adubação suficiente e equilibrada. A respeito disso, Lima et al. (2009), trabalhando com mudas de cafeeiro em solução nutritiva com diferentes doses de N/K, observaram que o desequilíbrio da relação N/K promoveu alterações no estado nutricional e favoreceu a infecção de *P. tarda* em mudas de cafeeiro.

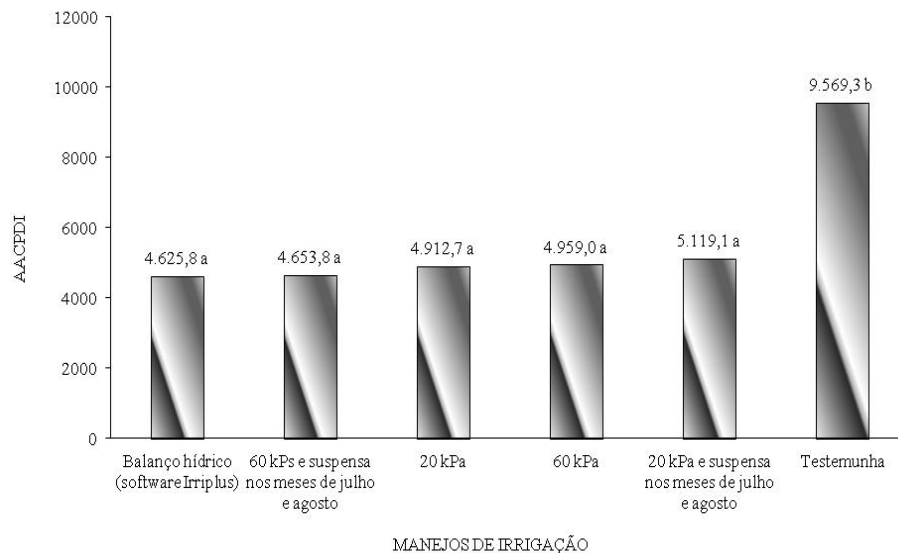


Gráfico 3 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da mancha de phoma em folhas de café, no desdobramento da densidade de plantio de 2.500 plantas.ha⁻¹, no período de setembro de 2009 a agosto de 2011. UFLA, Lavras, MG, 2012

4.1.2 Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a incidência (AACPD), no desdobramento do manejo de irrigação

No desdobramento dos manejos de irrigação, todos os manejos de irrigação foram significativos, em função da densidade de plantio (Gráfico 4).

Nos manejos de irrigação, quando o teor de água do solo atingiu 20 e 60 kPa (T1 e T2), quando atingiu 20 kPa e foram suspensas durante os meses de julho a agosto (T3) e, quando se utilizou o software irriplus (T5), houve maior AACPD para a incidência, nas densidades de 10.000 (2 x 0,5m) e 5.000 (2 x 1m) plantas.ha⁻¹, com valores entre 7.391,3 a 8.749,5 (Gráfico 4).

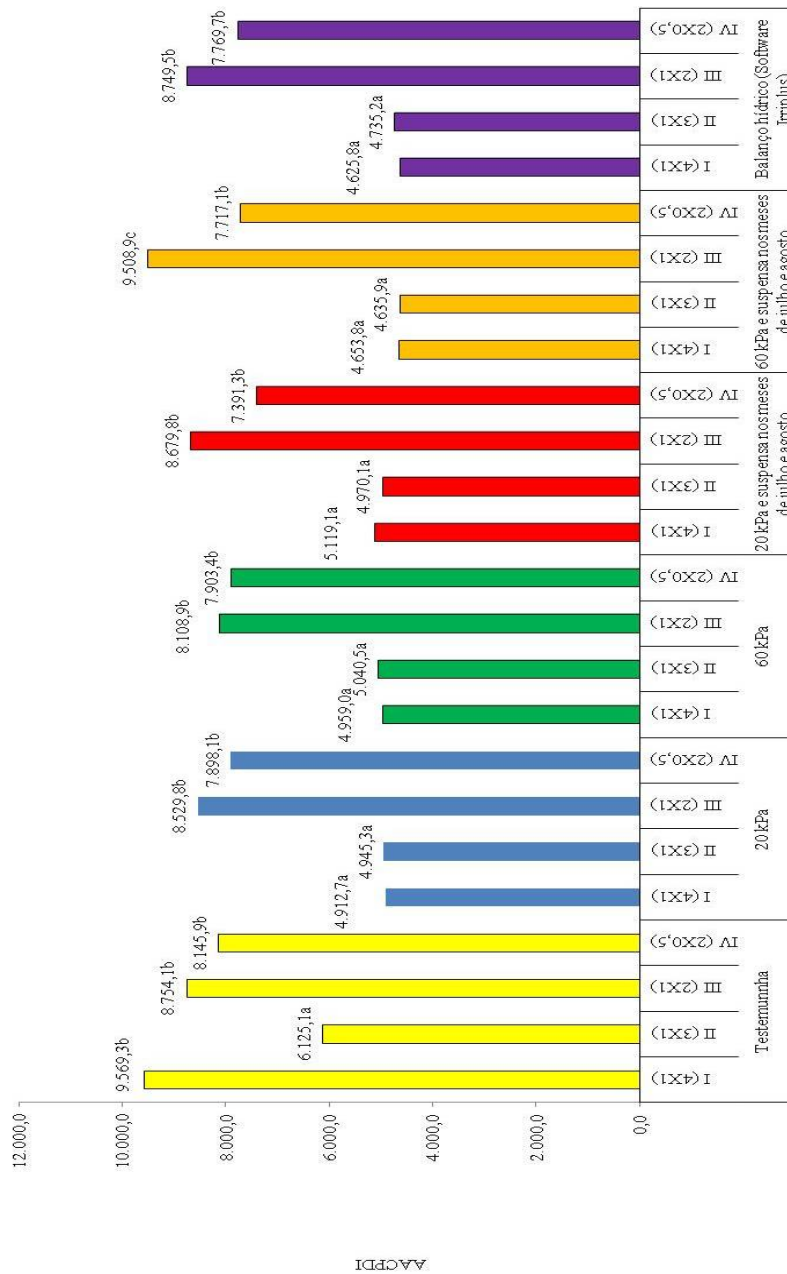
Na testemunha foi observada maior incidência nas densidades de 10.000 (2 x 0,5m), 5.000 (2 x 1m) e 2.500 (4 x 1m) plantas.ha⁻¹, com valores de 8.145,9,

8.754,1 e 9.569,3, respectivamente. A menor incidência ocorreu na densidade de 3.333 (3 x 1m), com 6.125,1 (Gráfico 4).

No manejo da irrigação, quando a tensão de água no solo atingiu valor de 60 kPa e foi suspensa nos meses de julho e agosto, houve maior incidência na densidade 5.000 plantas/há, com valor de 9.508,9. A menor incidência foi verificada nas densidades de 2.500 (4 x 1m) e 3.333 (3 x 1m) plantas.ha⁻¹, com valores de 4653,8 e 4635,9, respectivamente (Gráfico 4).

De acordo com AACPD para a incidência, em todos os manejos de irrigação ocorreu maior incidência da mancha de phoma em plantios adensados, com valores entre 9.508,9 a 7.391,3. Possivelmente, nas plantas adensadas ocorrem menor circulação do ar, menor intensidade luminosa na planta (KRUGNER, 1978), maior tempo de sombreamento e, provavelmente, menor temperatura na copa da planta, favorecendo o aumento do período de molhamento foliar (SANTOS et al., 2010) e, conseqüentemente, maior incidência da doença. Com o ambiente favorável à doença, a incidência da mancha de phoma vai ser maior em plantios adensados e menor incidência em plantios não adensados.

Em plantas não irrigadas, ocorreu maior incidência da doença na menor densidade (2.500 plantas.ha⁻¹). Provavelmente, como já citado, o déficit hídrico na parcela deixou as plantas vulneráveis à entrada da mancha de phoma.



DENSIDADE DE PLANTIO E MANEJO DE IRRIGAÇÃO

Gráfico 4 Área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPDI) da mancha de phoma em folhas de cafeeiro, no desdobramento do manejo de irrigação em cada densidade, período de setembro de 2009 a agosto de 2011. UFLA, Lavras, MG, 2012

4.2 Severidade da doença

Houve variação na severidade da doença, com índice de até 0,32%, em setembro de 2009, no início das avaliações, caindo para valores próximos de 0,10%, nos meses de novembro a fevereiro (Gráfico 5A). Entre os meses de março a maio, ocorreu variação da severidade de 0,13% a 0,57%. Em julho de 2010 foi observada maior severidade, 0,61%, fato que ocorreu no mesmo período de 2011, com índice de 1,28%. Os meses de maior severidade da doença (junho, julho e agosto) foram os de menor pluviosidade (Gráfico 5A e 5B).

Durante as 24 avaliações realizadas, a maior severidade da doença foi registrada nos meses de junho, julho e agosto de 2011, com severidade de 1,12%, 1,28% e 1,17%, respectivamente. A menor severidade foi observada nos meses de setembro, novembro e dezembro de 2009 e de 2010; janeiro, fevereiro, abril, maio e junho de 2010 e janeiro e fevereiro de 2011, com variação de 0,10% a 0,32% (Gráfico 5A). Nos meses de julho (0,61) e agosto de 2010 (0,57), observou-se aumento da doença, porém, o índice de severidade não foi alto, como nos meses de junho, julho e agosto de 2011 (Gráfico 5A). Possivelmente, as lesões de *P. tarda* encontradas nos meses de maior severidade da doença, em 2011, estavam maiores, resultando em alta severidade.

Comparando-se a curva de progresso da severidade com a incidência, observou-se o mesmo comportamento da curva de progresso da doença para a severidade e incidência, resultando na maior intensidade (severidade e incidência) da doença nos meses de baixas temperatura e precipitação.

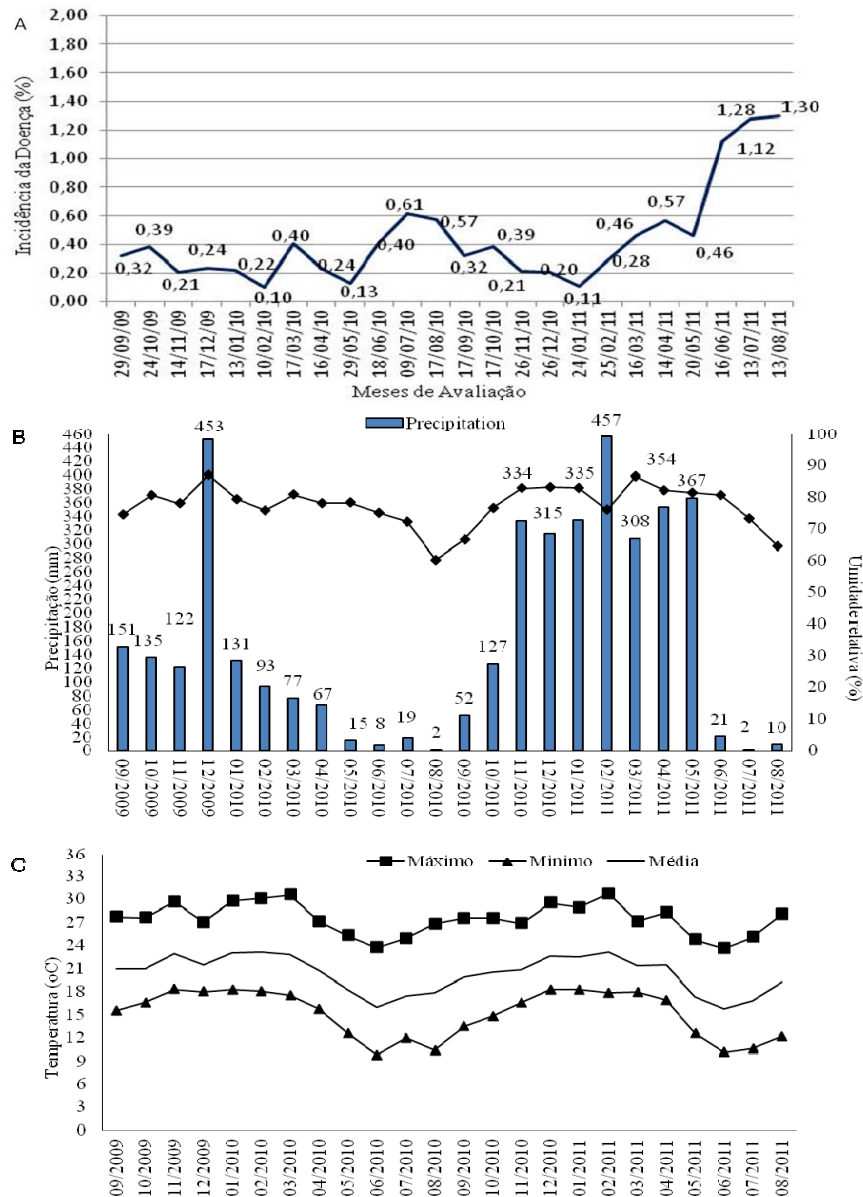


Gráfico 5 Curva de progresso da doença para a incidência da mancha de phoma (A), médias das variáveis climatológicas precipitação e umidade relativa (B) e médias das variáveis climatológicas temperatura média, máxima e mínima (C), no período de setembro de 2009 a agosto de 2011. UFLA, Lavras, MG, 2012

De acordo com os dados meteorológicos (Gráfico 5B e 5C), ocorreram menor precipitação, aproximadamente 10,87 mm, e menor temperatura média, em torno de 17,26°C, nos meses de maior severidade da mancha de phoma (junho, julho e agosto de 2011). Embora tenham ocorrido baixa precipitação e baixa temperatura do ar, provavelmente, o número de horas de molhamento foliar, devido à água da gutação ou do orvalho, foi suficiente para a infecção. De acordo com Pozza, Carvalho e Chalfoun (2010), a doença é favorecida por temperaturas entre 18 °C e 19 °C e por chuvas. No entanto, eles não especificam o número de horas de molhamento foliar necessárias para a infecção. Nessa época do ano é comum, devido às baixas temperaturas, o maior tempo de permanência do orvalho ou da água de gutação na superfície foliar.

O comportamento da curva de progresso da doença para as quatro densidades foi semelhante até agosto de 2011 (Gráfico 6). Ficou evidente, até março de 2011, o menor progresso nas menores densidades de plantio. Por exemplo, em julho de 2010, as severidades foram de 0,36%, 0,54%, 0,83% e 0,73%, para as densidades de 2.500 (4 x 1m), 3.333 (3 x 1m), 5.000 (2 x 1m) e 10.000 (2 x 0,5m) plantas.ha⁻¹, respectivamente. No sistema adensado, provavelmente, ocorre a redução da temperatura da copa (BARRADAS; FANJUL, 1984; CARAMORI; ANDROCOLI FILHO; BAGIO, 1995) e, após a ocorrência de chuvas ou orvalho, o período de molhamento foliar dura mais tempo, favorecendo a ocorrência da doença. Após o mês de abril de 2011, ocorreu redução da doença na densidade de 10.000 e aumento nas demais. No mês de julho de 2011 houve maior severidade da doença na densidade de 5.000 plantas.ha⁻¹, de 1,88%.

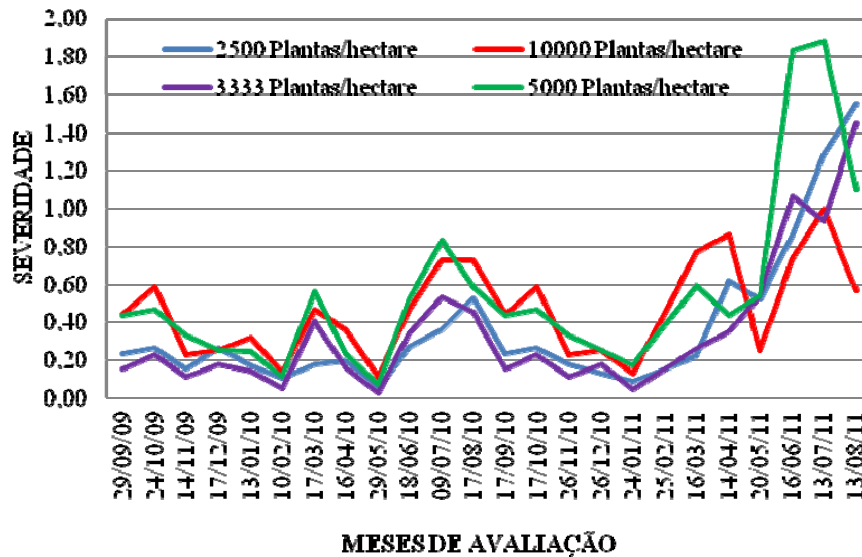


Gráfico 6 Curva de progresso da doença para a severidade da mancha de phoma em função das densidades de plantio estudadas, período de setembro de 2009 a agosto de 2011. UFLA, Lavras, MG, 2012

Para a correlação entre incidência da doença e variáveis ambientais, houve correlação significativa para as temperaturas máxima, média e mínima e precipitação para as densidades de 2.500 (4 x 1m), 3.333 (3 x 1m) e 5.000 (2 x 1m) plantas.ha⁻¹ (Tabela 2). Essa correlação indicou relação inversa, ou seja, conforme as temperaturas máxima, média e mínima e a precipitação aumentaram, a severidade da doença diminuiu, estando de acordo com a curva de progresso da doença e a curva da temperatura no gráfico climatológico (**Gráfico 5**). Para a densidade de 10.000 plantas.ha⁻¹, ocorreu correlação negativa entre a severidade e a temperatura média e mínima. Com o aumento das temperaturas média e mínima, ocorreu diminuição da severidade da doença (Tabela 2). Esses resultados estão de acordo com Fernandez-Borrero (1961) e Pozza, Carvalho e Chalfoun (2010).

Tabela 2 Coeficientes de correlação entre a severidade da mancha de phoma nas diferentes variáveis climáticas

Variáveis ambientais	Número de plantas/ha			
	2.500 plantas.ha ⁻¹	3.333 plantas.ha ⁻¹	5.000 plantas.ha ⁻¹	10.000 plantas.ha ⁻¹
Tmax (°C)	-0,511*	-0,505*	-0,628*	-0,380 ^{ns}
Tmed (°C)	-0,600*	-0,588*	-0,695*	-0,470*
Tmin (°C)	-0,586*	-0,576*	-0,651*	-0,473*
UR (%)	-0,167 ^{ns}	-0,181 ^{ns}	-0,100 ^{ns}	-0,217 ^{ns}
Prec (mm)	-0,428*	-0,423*	-0,410*	-0,376

1 Temperatura máxima (Tmax), temperatura média (Tmed), temperatura mínima Tmin), umidade relativa do ar (UR) e precipitação (Prec). 2 ns: não significativo, * significativo (P<0,05)

4.2.1 Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a severidade (AACPD), no desdobramento da densidade de plantio

Houve interação significativa entre a densidade de plantio e os manejos de irrigação, para a AACPD da mancha de phoma. No desdobramento da densidade de plantio, somente a densidade de 2.500 (4 x 1m) plantas.ha⁻¹ foi significativa (**Gráfico 7**).

Ocorreu diferença significativa entre os manejos de irrigação com a testemunha. A maior AACPD para severidade foi na testemunha, com 468,8. Os outros manejos de irrigação não diferiram entre si, com valores entre 165,0 a 206,8 de AACPD. Provavelmente, o déficit hídrico na parcela permitiu uma menor absorção de nutrientes pela planta, ficando vulnerável à mancha de phoma. Nos outros tratamentos, a severidade da doença foi semelhante porque, possivelmente, a irrigação supriu as necessidades de água e nutrição da planta. Conforme Lima et al. (2000) e Rotem e Palti (1969), a irrigação supre as

necessidades de água da planta, além de nutri-la melhor, propiciando, assim, um melhor enfolhamento. Lima et al. (2009), trabalhando com mudas de cafeeiro em solução nutritiva com diferentes doses de N/K, observaram que o desequilíbrio da relação N/K promoveu alterações no estado nutricional e favoreceu a infecção de *P. tarda*.

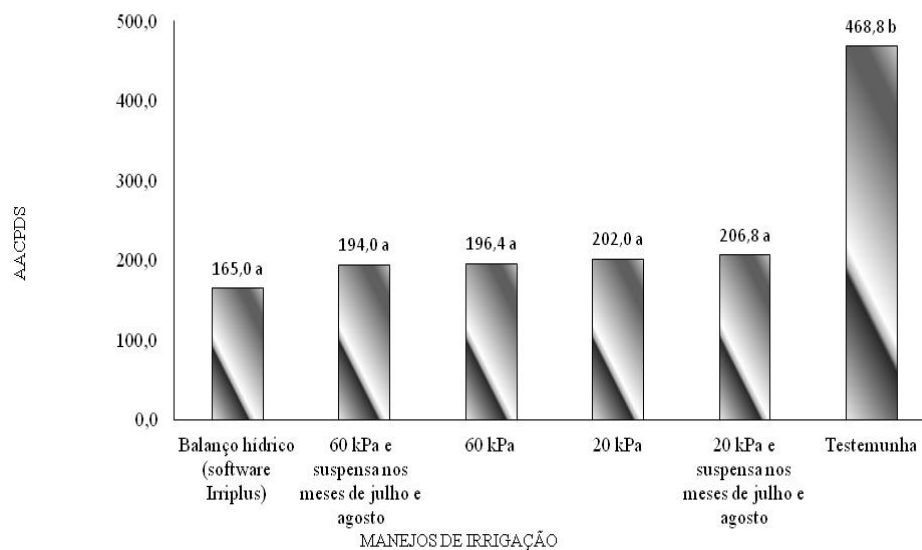


Gráfico 7 Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a severidade (AACPDS) em folhas de cafeeiro, no desdobramento da densidade de plantio de 2.500 plantas/ha, período de setembro de 2009 a agosto de 2011. UFLA, Lavras, MG, 2012

4.2.1 Área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a severidade (AACPD), no desdobramento do manejo de irrigação

No desdobramento dos manejos de irrigação, todos foram significativos em função da densidade de plantio (**Gráfico 8**).

Na testemunha, observou-se maior severidade da doença na densidade de 2.500 (4 x 1m) plantas.ha⁻¹, de 468,8. Provavelmente, a deficiência hídrica,

associada à má absorção de nutrientes, tornou a planta suscetível ao ataque da *P. tarda*.

Nos manejos de irrigação, quando o teor de água atingiu 20 e 60 kPa (T1 e T2) e quando foi utilizado o software Irriplus (T5), ocorreu maior AACPD para a severidade nas densidades de 5.000 (2 x 1m) e 10.000 (2 x 0,5m) plantas.ha⁻¹, com índice entre 308,9 a 357,1. As densidades de 2.500 (4 x 1m) e 3.333 (3 x 1m) plantas.ha⁻¹ apresentaram as menores AACPD para severidade, com média entre 165,0 a 230,3. Nos manejos de irrigação, quando o teor de água no solo atingiu 20 e 60 kPa e as irrigações foram suspensas, durante os meses de julho e agosto, houve, na densidade de 5.000 (2 x 1m) plantas.ha⁻¹, maior AACPD para a severidade, com 379,1 e 399,2, respectivamente. Possivelmente, nas plantas adensadas, ocorrem menor circulação do ar, menor intensidade luminosa na planta (KRUGNER, 1978), maior tempo de sombreamento e, provavelmente, menor temperatura na copa da planta, promovendo aumento no período de molhamento foliar (SANTOS et al., 2010) e maior incidência da doença. Com o ambiente favorável à doença, a severidade da mancha de phoma será maior em plantios adensados e menor em plantios não adensados.

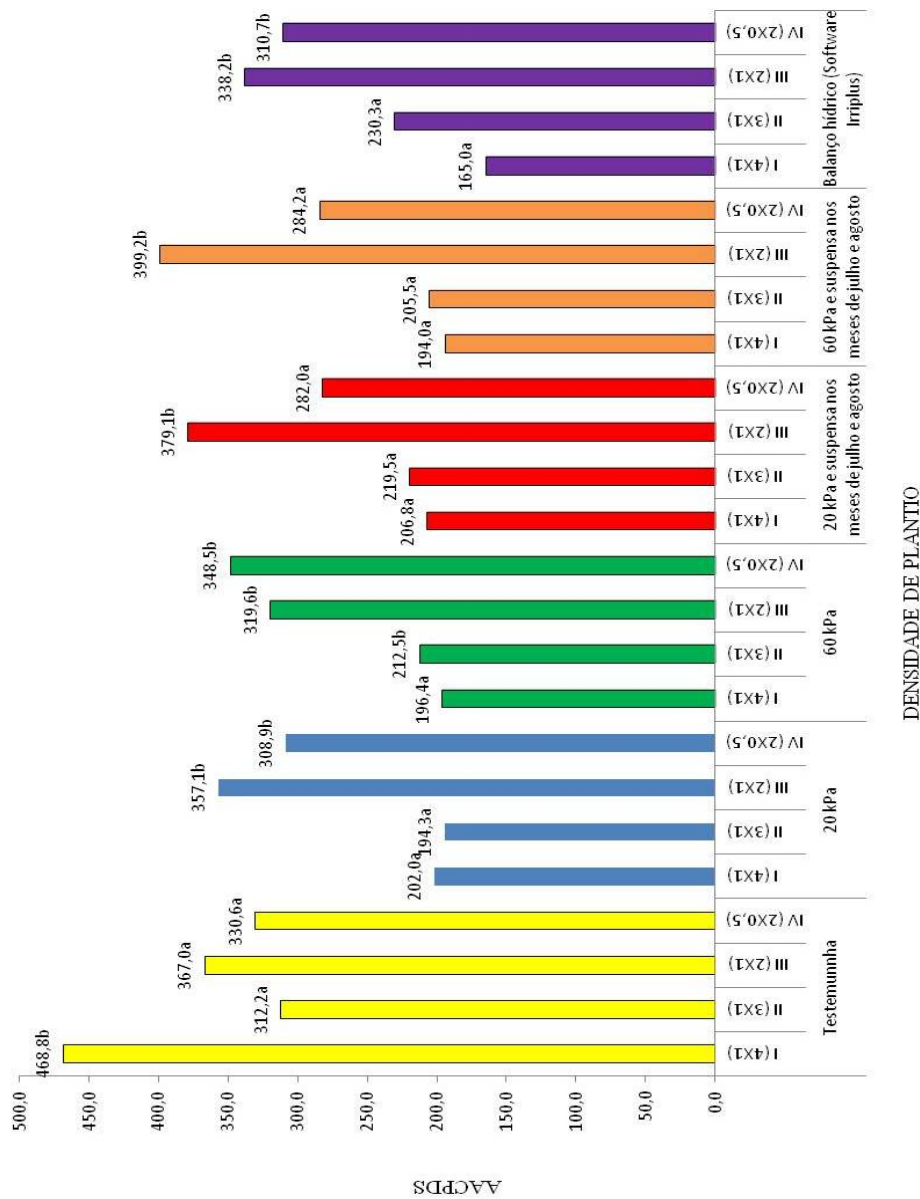


Gráfico 8 Área abaixo da curva de progresso da doença para a severidade (AACPDs) da mancha de phoma em folhas de cafeeiro, no desdobramento do manejo de irrigação, período de setembro de 2009 a agosto de 2011. UFLA, Lavras, MG, 2012

5 CONCLUSÃO

Maiores incidência e severidade da mancha de phoma ocorrem nos meses de julho e agosto.

A ocorrência de temperaturas entre 17 °C e 19 °C favorece o aumento da intensidade da doença em qualquer época do ano.

Menores temperaturas se correlacionam positivamente com o progresso da mancha de phoma em cafeeiro.

A irrigação reduz a incidência e a severidade da mancha de phoma em plantios convencionais (2.500 plantas/ha).

Na cultura irrigada, independente do manejo de irrigação, maiores incidências e severidades da mancha de phoma ocorrem nos plantios mais adensados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. R.; MATIELLO, J. B. Estudos de novos produtos para controle de *Phoma* spp. em cafeeiros, a nível de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Seropédica: UFRRJ, 1989. p. 145-146.
- BARRADAS, V. L.; FANJUL, L. Microclimatic characterization of shaded and open-grown coffee (*Coffea arabica*) plantations in Mexico. **Agricultural & Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p. 101-112, 1986.
- BARTHOLO, G. F.; MELO, B.; MENDES, A. N. G. Evolução na adoção de espaçamentos na cultura do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 61-70, 1998.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.
- BOLDINI, J. M. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado e fertirrigado**. 2001. 67 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.
- CARAMORI, P. H.; ANDROCOLI FILHO, A.; BAGIO, A. Arborização do cafezal com *Grevillea robusta* no norte do estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 1031-1037, 1995.
- CARVALHO, V. L. de; CHALFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro: diagnose e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 44 p.
- _____. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 27-35, 1998.
- CARVALHO, V. L. de; CUNHA, R. L. da; SILVA, N. R. N. **Mancha-de-Phoma do cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 136 p.
- CATARINO, A. M. **Intensidade da mancha de Phoma em mudas de cafeeiro em função de doses de cálcio e de potássio**. 2011. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L. Doenças e nematóides em cafeeiros. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. (Ed.). **Cafeicultura**. Lavras: UFLA, 2002. p. 261-276.

COELHO, G. et al. Efeito de épocas de irrigação e de parcelamentos de adubação sobre a produtividade do cafeeiro 'Catuaí'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 67-73, jan./fev. 2009.

CUSTÓDIO, A. A. P. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado sob pivô central**. 2008. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

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

FARIA, M. F. et al. Influência das lâminas de irrigação na maturação e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.): 2ª colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4., 2001, Araguari. **Resumos...** Uberlândia: UFU/DEAGO, 2001. p. 11-14.

FERNANDEZ-BORRERO, O. Muerte descendente de los brotes del cafeto causado por especies de *Phoma* y *Colletotrichum*. **Cenicafé**, Chinchiná, v. 12, n. 3, p. 127-140, 1961.

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

GÓMEZ-QUIROGA, R.; BUSTAMANTE-ROJAS, E. Influencia de la luz y la temperatura en el desarrollo de la muerte descendente del cafeto, causado por *Phoma* sp. **Fitopatologia Colombiana**, Santa Fe de Bogota, v. 6, n. 1, p. 73-80, 1977.

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

HANGDONG, A. S.; BARTOLOME, R. The effect of the spacing on the yield os Arabica coffee. **Coffee ans Cacao Journal**, Manila, v. 9, n. 1, p. 10-18, 1966.

JULIATTI, F. C. et al. Incidência e severidade da ferrugem em lavoura cafeeira conduzida sob diferentes sistemas de irrigação e lâminas d'água. In: CONGRESSO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café; MINASPLAN, 2000. v. 2, p. 211-214.

KRUGNER, T. L. Ação do ambiente sobre doenças de plantas. In: GALLI, F. (Coord.). **Manual de fitopatologia**. 2. ed. São Paulo: Agronômico Ceres, 1978. v. 1, p. 215-225.

LIMA, L. A. et al. Manejo da irrigação do cafeeiro (*coffea arabica* L.) desde a fase inicial de formação. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café; MINASPLAN, 2000. v. 2, p. 358.

LIMA, L. M. de et al. Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 223-228, July/Aug. 2009.

MALAVOLTA, E.; MOREIRA, A. Nutrição e adubação do cafeeiro adensado. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 80, p. 1-8, 1997. Encarte técnico.

MATIELLO, J. B.; CARVALHO, F. Pesquisa cafeeira-contribuição marcante para o desenvolvimento da cafeicultura. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J. A. (Ed.). **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. p. 1-9.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387 p.

MIGUEL, A. E. et al. Efeito da redução do espaçamento entre plantas na linha, nas cultivares Catuaí Vermelho e Mundo Novo, plantados no sistema adensado e no convencional: resultados das três primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 12., 1986, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: IBC, 1986. p. 138-139.

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

MORAIS, H. et al. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 763-770, maio 2006.

NUNES, V. V. et al. Incidência e severidade da cercosporiose em cafeeiros irrigados por gotejamento sobre diferentes lâminas de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 8., 2006, Araguari. **Resumos...** Araguari: MAPA, 2006. p. 89-93.

PAIVA, B. R. T. L. **Progresso da ferrugem e da cercosporiose na cultura do cafeeiro irrigado em várias densidades de plantio.** 2008. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

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, 4., 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 87-105.

PAVAN, M. A. et al. Produção de café em função da densidade de plantio, adubação e tratamentos fitossanitários. **Turrialba**, San Jose, v. 44, n. 3, p. 227-231, 1994.

PEREIRA, S. P.; CUNHA, R. L. **Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros em diversos espaçamentos, antes e após a poda.** 2004. 105 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

PEREIRA, S. P. et al. Growth, productivity and bienniality of coffee plants according to cultivation spacing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 152-160, jan. 2011.

_____. Vegetative growth and yield of coffee plants (*Coffea arabica* L.) in two different pruning times, conducted at different spacings. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 643-649, maio/jun. 2006.

PFENNING, L. H.; SALGADO, M.; ALMEIDA, A. R. Complexo Phoma: características e meios de controle. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM CAFÉ, 7., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2007. p. 91. (Documento, 80).

POZZA, E. A.; CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Sintomas de injúrias causadas por doenças em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas.** Lavras: UFLA, 2010. p. 69-101.

RODRIGUES, S. B. S. et al. Avaliação do efeito de diferentes dosagens de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produtividade de cafeeiros na região de Viçosa, MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2005, Londrina. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2005. 1 CD-ROM.

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

SALGADO, M. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha de Phoma do cafeeiro. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 422-427, Nov./Dec. 2009.

SALGADO, M.; PFENNING, L. H. Identificação e caracterização morfológica de espécies de Phoma do cafeeiro no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉ DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Calda. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café; MINASPLAN, 2000. p. 183-186.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T. **Cultivo irrigado em plantio circular sob pivô central**. Belo Horizonte: O Lutador, 2002. 215 p.

SANTOS, E. A. et al. Spatial variability of leaf wetness duration in cotton, coffee and banana crop canopies **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 1, p. 18-25, 2008.

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

SANTOS, L. S. D. et al. Manejo da irrigação e face de exposição das plantas no progresso da mancha de phoma em folhas de cafeeiro. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 19., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

SCALCO, M. S. et al. 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. **Anais...** Uberlândia: UFU/DEAGRO, 2002. p. 150-155.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildew ingresistance in Know wheat. **Phytopatology**, Saint Paul, v. 67, p. 1051-1056, 1977.

SIQUEIRA, R. et al. **Espaçamento e produtividade do cafeeiro**. Londrina: IAPAR, 1985. 6 p. (Informe de Pesquisa, 56).

TALAMINI, V. et al. Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes lâminas de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 55-62, jan./fev. 2001.

VALE, F. X. R. do et al. Influência do clima no desenvolvimento de doenças de plantas. In: VALE, F. X. R. do; JESUS JÚNIOR, W. C. de; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p. 49-87.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* e *C. canephora*). In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 165-180.

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

ANEXOS

Tabela 1A Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a incidência, em função da densidade de plantio e dos manejos de irrigação e da interação de ambos, no período de setembro de 2009 a agosto de 2011

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
DENSIDADE	3	72173683,015	66,559	0,0000*
BLOCO	3	2810974,671	2,592	0,1172 ^{ns}
ERRO 1	9	1084355,468		
MANEJO	5	6925516,420	5,328	0,0004*
DENS. X MAN.	15	3423522,995	2,634	0,0041*
ERRO 2	60	1299739,056		
CV 1 (%)	15,29			
CV 2 (%)	16,74			

^{ns} não significativo

* significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F

Tabela 2A Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da mancha de phoma para a severidade, em função da densidade de plantio e dos manejos de irrigação e da interação de ambos, no período de setembro de 2009 a agosto de 2011

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
DENSIDADE	3	92486,65	27	0,0001*
BLOCO	3	3862,376	1,151	0,3804
ERRO 1	9	3442,62		
MANEJO	5	27961,667	6,924	0,0000*
DENS. X MAN.	15	12273,63	3,039	0,0011
ERRO 2	60	4038,324		
CV 1 (%)	20,61			
CV 2 (%)	22,32			

^{ns} não significativo

* significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F