



LEONE STABILE DIAS SANTOS

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM
CAFEIRO IRRIGADO POR GOTEJAMENTO
SOB DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA**

LAVRAS - MG

2012

LEONE STABILE DIAS SANTOS

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM CAFEIEIRO IRRIGADO
POR GOTEJAMENTO SOB DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA**

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

Dr. Edson Ampélio Pozza

LAVRAS - MG

2012

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

Santos, Leone Stabile Dias.

Intensidade da Mancha de Phoma em cafeeiro irrigado por
gotejamento sob diferentes manejos de água / Leone Stabile Dias
Santos. – Lavras : UFLA, 2012.

84 p. : il.

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

Orientador: Edosn Ampélio Pozza.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. *Phoma tarda*. 3. Epidemiologia. 4. Curva
de progresso. 5. Face da planta. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD – 632.44

LEONE STABILE DIAS SANTOS

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM CAFEIEIRO IRRIGADO
POR GOTEJAMENTO SOB DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA**

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.

APROVADA em 10 de julho de 2012.

Dr. Edson Ampélio Pozza	UFLA
Dr. Manoel Alves de Faria	UFLA
Dr. Mário Sobral de Abreu	UFLA

Dr. Edson Ampélio Pozza
Orientador

Dra. Mirian de Lourdes Oliveira e Silva
Coorientadora

LAVRAS - MG

2012

Dedico este título, em especial, a minha Mãe, Leida M. S. Santos, por ter depositado sua confiança nas minhas escolhas, ter me apoiado e dado força em todos os momentos.

A toda a minha família, que nunca me desamparou e às pessoas que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando, me incentivando e me dando forças para conseguir mais uma conquista.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é a base de toda a nossa existência.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela qualidade de ensino e pelas oportunidades oferecidas. Aos professores e funcionários do Departamento de Fitopatologia (DFP), por toda a atenção e colaboração.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Edson A. Pozza, pela orientação, auxílio e ensinamentos técnicos e científicos com os quais me capacitou a desenvolver meu trabalho e redigir a dissertação.

Ao professor Manoel, que concedeu a área experimental para a realização do projeto e à Mirian de Lourdes, pelo auxílio na condução das pesquisas.

Ao Dr. Adriano A. P. Custódio e a Marcela Viana, pela amizade e incentivo na realização do mestrado e pela troca de experiência técnica e científica.

Ao Tiago Teruel e ao Mestre Gabriel B. Vasco, pela amizade, confiança e apoio na condução desse trabalho.

A toda a equipe de trabalho que auxiliou no levantamento dos dados, durante a condução do experimento.

À minha Mãe, Leida Mara, pois ela tem sido o motivo de me manter cada dia mais disposto a realizar minhas conquistas e superar meus obstáculos.

A toda a minha família, especialmente aos que me incentivaram na realização do mestrado.

A Bárbara Castro, pelos momentos de alegria compartilhados, pelo apoio carinhoso e companheirismo que foram de extrema satisfação e importância em mais essa etapa de desafios, bem como no apoio da realização desse trabalho.

OBRIGADO!

BIOGRAFIA

Leone Stabile Dias Santos, filho de Alvaro Dias dos Santos e Leida Mara Stabile Santos, nasceu em Ribeirão Preto, estado de São Paulo, em 02 de abril de 1989.

Concluiu o ensino fundamental, em dezembro de 2003, na Escola Estadual Humberto França e, em dezembro de 2006, concluiu o ensino médio no Colégio Nossa Senhora do Carmo, ambos na cidade de Ituverava, SP

Em 30 de abril de 2007, ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Lavras, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em janeiro de 2011. Foi bolsista de iniciação científica pela FAPEMIG, no período de novembro de 2008 a fevereiro de 2010 e bolsista de iniciação científica pelo CNPq, de agosto de 2010 a dezembro de 2010, trabalhando com os projetos de epidemiologia e manejo de doenças em cultivo irrigado, sob orientação do professor Edson Ampélio Pozza. No período de março de 2010 a junho de 2010 foi monitor da disciplina de Fitopatologia Geral, ministrada pelo Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras.

Em março de 2011, ingressou no curso de Pós-Graduação no Programa de Mestrado em Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, tendo como linha de pesquisa Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas, sob orientação do Professor Edson Ampélio Pozza. Foi bolsista do programa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

Modificações microclimáticas devido à utilização de manejos de irrigação e a disposição da lavoura no campo podem interferir no hospedeiro e no desenvolvimento de doenças. O conhecimento dessas mudanças é de grande importância para a quantificação das doenças, bem como realizar o melhor manejo da lavoura. Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a influência do manejo de irrigação por gotejamento na intensidade da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, nas diferentes faces de exposição da planta, durante os anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011. Realizou-se o estudo na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, em cafeeiro adulto ('Acaia' MG-1474), espaçamento 3,0 x 0,6 m, recepada em 2004. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, com os seguintes tratamentos: A = não irrigado (testemunha); B = irrigação o ano todo, sempre que o teor da água disponível no solo (ADS) atingisse 25% da disponibilidade total de água (DTA) na camada de 0-40 cm; C = irrigação o ano todo, sempre que o teor da ADS atingisse 75% da DTA na camada de 0-40 cm; D = irrigação o ano todo, porém, nos meses de janeiro, fevereiro, março, julho, outubro, novembro e dezembro, apenas foram irrigados quando o teor da ADS atingisse 75% da DTA na camada de 0-40 cm. Nos demais meses, ou seja, abril, maio, junho, agosto e setembro, apenas foram irrigados quando o teor da ADS atingisse 25% da DTA na camada de 0-40 cm; E = irrigação somente nos meses abril, maio, junho, agosto, setembro, sempre que o teor da ADS atingisse 75% da DTA na camada de 0-40 cm. Fez-se a avaliação da doença, pelo método não destrutivo, amostrando-se 48 folhas do terço médio/superior da planta. Em 2010/2011, a intensidade da doença foi maior. Houve diferença significativa dos manejos de irrigação para a incidência da Mancha de Phoma, sendo maior nos manejos A e B; para a severidade, apenas ocorreu diferença entre manejos em 2009/2010, sendo maior no manejo A. Somente houve diferença significativa para AACPD em 2009/2010, onde o maior índice foi no manejo A. Apenas houve diferença significativa para a face de exposição na incidência nos meses de abril a junho de 2010 e em abril de 2011 e, para a severidade, nos meses de outubro de 2009, junho de 2010, julho de 2010, abril de 2011 e agosto de 2011. Em 2009/2010, a intensidade da doença foi maior na face sul e, em 2010/2011, a intensidade da doença foi maior na face norte. Plantas que sofrem maior estresse hídrico ficam suscetíveis à infecção do patógeno. A curva de progresso da intensidade da doença foi maior no período de abril a agosto.

Palavras-chave: *Phoma tarda*. *Coffea arabica*. Irrigação.

ABSTRACT

Microclimatic changes in the host may occur due to the use of irrigation management and disposition of the crop in the field, interfering with the development of diseases. Knowledge of these changes is of great importance for the quantification of disease, as well as making the best management of the crop. It was the goal of this work to evaluate the influence of drip irrigation management on the incidence and severity of *Phoma* spot on leaves of coffee plants in the different faces of exposure of the plant during the growing seasons of 2009/2010 and 2010/2011. The study was carried out at the experimental area of Engineering Department of Federal University of Lavras on adult coffee ('Acaia' MG-1474), 3.0 x 0.6 m of spacing, pruned in 2004. The experimental delimitation was a randomized block with four repetitions, with the following treatments: A = non-irrigated (control), B = irrigation throughout the year, when the content of available soil water reached 25% of total water availability in the 0-40 cm layer, C = irrigation throughout the year, when the content of available soil water reached 75% of the total available water in the layer 0-40 cm, D = irrigation throughout the year, however: in January, February, March, July, October, November and December, were irrigated only when the amount of available soil water reached 75% of the total available water in the 0-40 cm layer. In the other months, April, May, June, August and September were irrigated only when the amount of available soil water reached 25% of the total available water in the 0-40 cm layer. E = irrigation only during the months April, May, June, August, September when the content of available soil water reached 75% of the total available water in the 0-40 cm layer. There was the assessment of disease by non-destructive method, sampling 48 leaves from the middle third / top of the plant. In 2010/2011 the intensity of disease was higher. There were significant differences of irrigation management in incidence of *Phoma* leaf spot, being higher in managements A and B, difference in severity occurred only on managements in 2009/2010 being higher in the management A. Only significant difference to AACPDI in 2009/2010 where the management A was higher. Only was significant differences compared to the incidence of exposure in the months of April to Jun/2010 and on Apr/2011. In relation to the face of exposure on severity disease, there was a significant difference in the months of Oct/2009, Jun/2010, Jul/2010, Apr/2011 and Aug/2011. In 2009/2010 the intensity of the disease was higher on the south face and in 2010/2011 the intensity of the disease was higher in the north face. Plants that suffer higher water stress are susceptible to pathogen's attack. The progress curve of the intensity of the disease was higher in the period from April to August.

Keywords: *Phoma tarda*. *Coffea arábica*. Irrigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Imagem de satélite do campo experimental. Lavras, MG, 2011.	28
Figura 2	Curva de progresso para a incidência da Mancha de Phoma (A), médias das variáveis climatológicas da temperatura e insolação (B), precipitação e umidade relativa (C), referente ao período de setembro de 2009 a agosto de 2011.....	39
Figura 3	Enfollamento do cafeeiro e curva de progresso para a incidência da doença, referente aos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011.....	40
Figura 4	Incidência (%) da Mancha de Phoma nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011.....	41
Figura 5	Incidência (%) da Mancha de Phoma nos diferentes manejos de irrigação, referente às datas 01/06/2010 e 09/07/2010.....	43
Figura 6	Incidência (%) da Mancha de Phoma nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2010/2011.....	44
Figura 7	Curva de progresso para a incidência da Mancha de Phoma (face norte, face sul), período de setembro de 2009 a agosto de 2011.....	46
Figura 8	Incidência (%) da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, localizadas em cada face de exposição da planta (norte e sul), referente às avaliações em 16/04/2010, 08/05/2010 e 01/06/2010...	47
Figura 9	Incidência (%) da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, localizadas em cada face de exposição da planta (norte e sul), referente à avaliação em 14/04/2011.....	47
Figura 10	Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, nas faces de exposição norte e sul, sobre os diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2009/2010.....	49

Figura 11	Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano agrícola 2009/2010	50
Figura 12	Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, em relação à face de exposição (norte e sul), referente ao ano agrícola 2009/2010	50
Figura 13	Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, nas faces de exposição norte e sul, sobre os diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2010/2011	52
Figura 14	Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano agrícola 2010/2011	53
Figura 15	Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, em relação à face de exposição (norte e sul), referente ao ano agrícola 2010/2011	53
Figura 16	Curva de progresso para a severidade da Mancha de Phoma (A), médias das variáveis climatológicas da temperatura e insolação (B), precipitação e umidade relativa (C), referente ao período de setembro de 2009 a agosto de 2011.....	56
Figura 17	Enfoltamento do cafeeiro e curva de progresso para a severidade da doença, referente aos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011	57
Figura 18	Severidade (%) da Mancha de Phoma nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011	58
Figura 19	Severidade (%) da Mancha de Phoma nos diferentes manejos de irrigação, referente às datas 01/06/2010, 09/07/2010 e 17/08/2010.....	60

Figura 20	Severidade (%) da Mancha de Phoma nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2010/2011	61
Figura 21	Curva de progresso para a severidade da Mancha de Phoma (face norte, face sul), período de setembro de 2009 a agosto de 2011	62
Figura 22	Severidade (%) da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, localizados em cada face de exposição da planta (norte e sul), referente às avaliações em 24/10/2009, 01/06/2010 e 09/07/2010...	63
Figura 23	Severidade (%) da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, localizadas em cada face de exposição da planta (norte e sul), referente às avaliações em 14/04/2011 e 15/08/2011	63
Figura 24	Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDS) da Mancha de Phoma, nas faces de exposição norte e sul, sobre os diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2009/2010.....	65
Figura 25	Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDS) da Mancha de Phoma, nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano agrícola 2009/2010	66
Figura 26	Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDS) da Mancha de Phoma, em relação à face de exposição (norte e sul), referente ao ano agrícola 2009/2010	66
Figura 27	Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDS) da Mancha de Phoma, nas faces de exposição norte e sul, sobre os diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2010/2011	67
Figura 28	Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDS) da Mancha de Phoma, nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano agrícola 2009/2010	68

Figura 29 Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AAPDS) da Mancha de Phoma, em relação à face de exposição (norte e sul), referente ao ano agrícola 2009/2010 68

LISTA DE TABELAS

ANEXO A

Tabela 1	Resumo da análise de variância sobre a incidência da Mancha de Phoma em folhas, em função da época, do manejo de irrigação no terço médio e da face de exposição da planta e da interação entre eles, no ano agrícola de 2009/2010	77
Tabela 2	Resumo da análise de variância sobre a incidência da Mancha de Phoma em folhas, em função da época, do manejo de irrigação no terço médio e da face de exposição da planta e da interação entre eles, no ano agrícola de 2010/2011	78
Tabela 3	Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da Mancha de Phoma para a incidência (AACPDI), em função do manejo de irrigação e da face de exposição da planta e da interação entre ambos, no ano agrícola de 2009/2010.....	79
Tabela 4	Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da Mancha de Phoma para a incidência (AACPDI), em função do manejo de irrigação e da face de exposição da planta e da interação entre ambos, no ano agrícola de 2010/2011.....	79
Tabela 5	Resumo da análise de variância sobre a incidência da Mancha de Phoma em folhas, em função do manejo de irrigação no terço médio, das safras (2009/2010 e 2010/2011) e da interação entre ambos	80
Tabela 6	Resumo da análise de variância sobre a severidade da Mancha de Phoma em folhas, em função da época, do manejo de irrigação no terço médio e da face de exposição da planta e da interação entre eles, no ano agrícola de 2009/2010	81

Tabela 7	Resumo da análise de variância sobre a severidade da Mancha de Phoma em folhas, em função da época, do manejo de irrigação no terço médio e da face de exposição da planta e da interação entre eles, no ano agrícola de 2010/2011	82
Tabela 8	Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da Mancha de Phoma para a severidade (AAPDS), em função do manejo de irrigação e da face de exposição da planta e da interação entre ambos, no ano agrícola de 2009/2010 ...	83
Tabela 9	Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da Mancha de Phoma para a severidade (AAPDS), em função do manejo de irrigação e da face de exposição da planta e da interação entre ambos, no ano agrícola de 2010/2011 ...	83
Tabela 10	Resumo da análise de variância sobre a severidade da Mancha de Phoma em folhas, em função do manejo de irrigação no terço médio, safras (2009/2010 e 2010/2011) e da interação entre ambos	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEORICO	18
2.1	A cultura do cafeeiro	18
2.2	Mancha de Phoma do cafeeiro	18
2.3	Irrigação e nutrição mineral	20
2.4	Ambiente e água livre na superfície foliar no progresso de doenças	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Características da área experimental, da cultura e tratamentos culturais	28
3.2	Tratamentos e delineamento experimental	29
3.3	Face de exposição	30
3.4	Ano agrícola	30
3.5	Sistema de irrigação	31
3.6	Manejo da irrigação	31
3.7	Dados meteorológicos utilizados	32
3.8	Variáveis analisadas	33
3.8.1	Avaliação da doença	33
3.8.2	Área abaixo da curva de progresso da doença	34
3.8.3	Avaliação de enfolhamento	35
3.9	Análise estatística	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1	Curva de progresso para a incidência da doença	36
4.1.1	Área abaixo da curva do progresso para a incidência da doença (AACPDI) no ano agrícola 2009/2010	48
4.1.2	AACPDI no ano agrícola 2010/2011	51
4.2	Curva de progresso para a severidade da doença	54
4.2.1	Área abaixo da curva do progresso para a severidade da doença (AACPDS) no ano agrícola 2009/2010	64
4.2.2	AACPDS 2010/2011	67
5	CONCLUSÕES	70
	REFERÊNCIAS	71
	ANEXOS	77

1 INTRODUÇÃO

O café é um dos principais itens de exportação do agronegócio brasileiro, sendo o sul de Minas Gerais a maior região produtora dessa 'commodity'. A cafeicultura é uma das principais atividades agrícolas do Sul de Minas, em função da geração de divisas e empregos.

Para aumentar o lucro e gerar divisas e, conseqüentemente, impostos, procura-se agregar valor ao café produzido, por meio de maior qualidade de bebida, devido à demanda crescente por parte dos países desenvolvidos. As expressões de atributos de qualidade intrínsecas do café provêm dos resultados das interações entre meio ambiente, da constituição genética da planta e de práticas de gestão (LÄDERACH et al., 2011), sendo, então, necessário o manejo cultural, da água, dos nutrientes e da fitossanidade do cafeeiro, conciliado à gestão administrativa, ambiental e de pessoal, para obter qualidade e produzir os cafés ditos especiais. Nesse contexto, o manejo da água e da nutrição sempre assumiu papel de destaque na produção e no produto. Por essa razão, a variabilidade climática observada em muitas regiões produtoras do país foi um dos fatores que concorreram para a expansão do uso da irrigação na cafeicultura, nos últimos anos (RODRIGUES et al., 2005).

A utilização da irrigação pode proporcionar menos riscos, mais eficiência na utilização e na aplicação de insumos, além de maior produtividade e melhor qualidade do produto (OLIVEIRA et al., 2010). A irrigação visa atender à demanda de água das plantas nos períodos críticos, não somente em regiões marginais ou sem aptidão para o cafeeiro, sendo necessário aplicá-la em quantidade correta. Em regiões com curtos períodos de deficiência hídrica, como o Sul de Minas, a irrigação suplementar tem se mostrado vantajosa (FARIA et al., 2001), com significativos ganhos de produção (COELHO et al., 2009; GOMES; LIMA; CUSTÓDIO, 2007).

Uma cultura, quando irrigada, fica submetida a um microclima diferenciado, interferindo na temperatura, na umidade relativa do ar e no período de molhamento foliar. Isso resulta em características peculiares do cultivo em relação aos aspectos fitotécnicos, fisiológicos e fitossanitários (MEIRELES; CARVALHO; MORAES, 2001; CUSTÓDIO et al., 2009), afetando, conseqüentemente, a intensidade de doenças no cafeeiro, como foi constatado em estudos recentes (PAIVA et al., 2011). Essas alterações ambientais podem afetar a epidemia da Mancha de Phoma, capaz de causar vários danos ao cafeeiro, tais como seca de ponteiros, necroses em rosetas, mumificação de chumbinho, manchas foliares (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010) e perda na qualidade de grãos (LIMA, 2009).

O entendimento do método e do manejo da irrigação utilizado permitirá conhecer alternativas para reduzir doenças na lavoura, gerando informações relevantes sobre o manejo eficaz da água de irrigação. Isso contribuirá para a redução de impactos ambientais, com a adequada utilização dos recursos hídricos na agricultura e na diminuição da resistência do patógeno a defensivos agrícolas.

Diante disso, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar o progresso da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, em lavoura irrigada por gotejamento sob diferentes manejos e face de exposição da planta.

2 REFERENCIAL TEORICO

No desenvolvimento de uma doença, várias são as variáveis que influenciam na relação planta x patógeno. O patossistema é formado pela interação entre o hospedeiro, o patógeno e o ambiente, sendo que o homem pode influenciar nessa relação, tomando decisões no manejo da cultura, alterando assim o ambiente de cultivo.

2.1 A cultura do cafeeiro

O café, originário da Etiópia, onde cresce naturalmente na sombra, com temperatura média do ar na faixa de 15 °C a 28 °C e precipitação anual de 1.600 a 2.000 mm (CARR, 2001), é uma planta de sub-bosque. O nome do grão é utilizado para dar nome ao fruto, à semente, à bebida e aos estabelecimentos que o comercializam (GRANER; GODOY JÚNIOR, 1967). No Brasil, é cultivado, principalmente, em áreas não sombreadas, para se obter maior incremento na produção de grãos (NOVAES; SOUZA; PRADO, 2011).

O cafeeiro pertence ao gênero *Coffea* da família *Rubiaceae*, na qual se agrupam mais de 126 espécies de cafeeiros (*Coffea* L. and *Psilanthus* Hook.f genera) conhecidas até então (LASHERMES et al., 2011). Dentre essas espécies, destacam-se *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, das quais a primeira, sem dúvida, é a de maior importância do gênero, com numerosas variedades e cultivares nos países produtores.

2.2 Mancha de Phoma do cafeeiro

A Mancha de Phoma é uma das mais importantes doenças fúngicas do cafeeiro, pois ocorre desde a fase de formação de mudas, no viveiro, até a

produção da cultura (LIMA et al., 2010). A Mancha de Phoma do cafeeiro ganhou importância em determinadas regiões produtoras de café, inclusive em viveiros, ocasionando lesões nas folhas e queda de frutos.

O principal agente etiológico dessa doença é *Phoma tarda* (R.W. Stewart) H. Verm., embora outras espécies, como *P.exigua* ou *P. jolyana*, tenham sido registradas em associação com o cafeeiro (SALGADO; PFENNING, 2000; PFENNING; SALGADO; ALMEIDA, 2007). Os sintomas da doença nas folhas são manchas irregulares de coloração escura, iniciando, geralmente, nos bordos. Além da redução da área foliar, o patógeno pode colonizar os ramos do cafeeiro e também as rosetas das gemas reprodutivas, causando queda de flores e frutos. Os danos são mais severos na ocorrência de temperaturas abaixo de 20 °C, alta umidade relativa do ar e ventos fortes, principalmente em regiões com altitude superior a 900 m (SALGADO et al., 2009; LIMA et al., 2010). A sua penetração é facilitada por danos mecânicos nos tecidos da planta, produzidos por insetos, ácaros, pelo atrito de folhas devido ao vento acentuado em épocas frias ou qualquer outra fonte de dano (CHALFOUN; CARVALHO, 2008).

A doença tem sido encontrada em outras regiões, em lavouras expostas, com as faces voltadas para ventos fortes e frios (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010). No campo, normalmente, a infecção começa pela parte apical, no broto terminal e ramos laterais, atingindo somente os tecidos jovens, que podem ser folhas, ramos e frutos. Nas folhas novas, a doença produz manchas circulares de cor escura e de tamanho variado. Quando as lesões atingem as bordas das folhas, estas se encurvam, podendo apresentar rachaduras. Nos ramos doentes, observam-se 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). Apesar

do registro de epidemias, em poucos estudos há relatos da relação entre a intensidade da doença e as respectivas perdas (SALGADO et al., 2009).

Quando ocorrem epidemias, é necessário o controle da doença, sendo os métodos mais utilizados o químico e o cultural. Além do uso de fungicidas, para o controle da Mancha de Phoma recomendam-se a escolha adequada do local de implantação da lavoura, a formação planejada de quebra ventos e a nutrição equilibrada da cultura (LIMA et al., 2010).

2.3 Irrigação e nutrição mineral

A cafeicultura brasileira tem sofrido mudanças significativas, principalmente em seu sistema de produção. Dentre essas mudanças, pode-se destacar a utilização da irrigação, capaz de proporcionar menos riscos, mais eficiência na utilização e aplicação de insumos, além de maior produtividade e melhor qualidade do produto. Também, a ocorrência de veranicos em fases fenológicas críticas da cultura provoca consideráveis perdas de produtividade e qualidade dos grãos. Para evitar perdas e potencializar o ganho produtivo, a irrigação por gotejamento, muitas vezes associada à fertirrigação, tem sido adotada de forma expressiva pelos cafeicultores, inclusive em regiões como o Sul de Minas. Comparada ao sistema convencional de adubação, a fertirrigação possibilita aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos do cafeeiro, reduzir custos com mão de obra na adubação e aumentar a eficiência no manejo do solo. Contudo, os benefícios da técnica são limitados em razão da escassez de informações científicas específicas para o cafeeiro, sobretudo quanto às doses e ao número de parcelamentos necessários no ano. A fertirrigação na cafeicultura vem sendo discutida com base em trabalhos relacionados à irrigação, à adubação líquida e à fertirrigação. Foi constatado que o crescimento

do cafeeiro fertirrigado é superior ao do cultivado em sequeiro (SOBREIRA et al., 2011).

A irrigação visa atender à demanda de água das plantas nos períodos críticos, e é necessário aplicá-la em quantidade correta. Se insuficiente, prejudica o crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular e, se em excesso, provoca desperdícios de água, energia e nutrientes. A deficiência hídrica na fase de chumbinho (outubro a dezembro) atrasa o crescimento dos frutos e reduz a produtividade do cafeeiro. O tamanho final dos grãos é fortemente associado à precipitação ocorrida no período de 10 a 17 semanas após o florescimento, período este considerado de expansão rápida do fruto (SILVA; TEODORO; MELO, 2008). Nas condições em que esse experimento foi conduzido, os autores concluíram que, nas quatro primeiras safras, a produtividade do cafeeiro foi influenciada pela irrigação e, em média, piores produtividade e rendimentos foram observados nas plantas cultivadas em sequeiro.

Práticas de manejo devem ser empregadas de maneira correta e eficiente para garantir a cafeicultura sustentável na economia brasileira. A irrigação, que vem sendo muito utilizada como uma prática de manejo de alta tecnologia, está em expansão em regiões promissoras, limitadas por baixas precipitações pluviométricas anuais ou chuvas mal distribuídas. Mesmo em regiões climáticas aptas para o cultivo do café, como o Sul de Minas, há necessidade de irrigação suplementar, devido ao efeito de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda hídrica, comprometendo a produtividade (PAIVA et al., 2011).

Existem dois tipos principais de irrigação na cafeicultura irrigada, o sistema de gotejamento e o de aspersão por pivô central. Para a cafeicultura irrigada, o sistema de gotejamento tem sido o mais indicado, sendo viável economicamente para as principais regiões produtoras. Um aumento de produtividade real de 33,48%, ocorrido com a irrigação do cafeeiro no sul de

Minas Gerais, proporcionou maiores lucros à cultura (OLIVEIRA et al., 2010). Lima, Custódio e Gomes (2008), estudando a produtividade do cafeeiro sob irrigação por pivô central no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,8 m entre plantas, avaliaram, durante cinco safras, a produtividade do cafeeiro. Segundo os autores, a lâmina de 60% ECA (evaporação do tanque de classe A) tem melhor média de produtividade (45,12 sacas ha⁻¹ano⁻¹), sendo necessário avaliar a produtividade do cafeeiro irrigado por pivô central durante, ao menos, cinco anos, para se obter conclusões sobre essa variável.

De acordo com Masarirambi, Chingwara e Shongwe (2009), a programação de irrigação pode ser utilizada com sucesso para estimular a floração uniforme e o amadurecimento da baga de café. Recomenda-se investigar a natureza da relação entre programação de irrigação e quantidade de água aplicada por planta de café durante diferentes épocas. Além de influenciar o ciclo da cultura e a produtividade, Paiva et al. (2011) constataram que a prática da irrigação altera o microclima da cultura, interferindo também na temperatura e na umidade relativa do ar, o que afeta, conseqüentemente, a intensidade de doenças no cafeeiro.

Evidencia-se, dessa forma, com os resultados citados, que a irrigação é uma tática de manejo capaz de proporcionar grandes incrementos de produtividade, mesmo em regiões com curtos períodos de deficiência hídrica. Além do mais, sabe-se que a disponibilidade de água no solo para uma cultura favorece a absorção radicular por nutrientes, garantindo a nutrição mineral da planta. Esses fatores são suficientes para justificar a adoção dessa técnica por partes dos produtores, principalmente por aqueles que cultivam em regiões que sofrem déficit hídrico em determinada época. O manejo da irrigação também pode afetar o microclima de uma cultura, podendo influenciar a relação planta/patógeno. Com isso, observa-se que a irrigação afeta a relação do

patossistema, o que proporciona a escolha adequada do manejo de irrigação que pode ser utilizado em relação à necessidade de manejo de determinada doença.

Além de o suprimento de água influenciar a produção de uma cultura, o suprimento de nutrientes também tem papel importante nesse aspecto (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os nutrientes minerais, além de estarem associados ao desenvolvimento e à produção de uma cultura, também podem alterar o crescimento padrão, a morfologia e a anatomia da planta e, particularmente, a composição química, podendo também aumentar ou diminuir a sua resistência a patógenos e pragas. Os efeitos dos nutrientes são explicados pelas suas funções no metabolismo da planta (MARSCHNER, 1995). Segundo o mesmo autor, a nutrição mineral é um fator ambiental passível de ser manipulado com relativa facilidade e utilizado como método a constituir o manejo de doenças e pragas.

Vários estudos foram conduzidos relacionando a nutrição mineral e a ocorrência de doenças. Ca, K e o N são macronutrientes que exercem relação importante na ocorrência de doenças. A utilização isolada de K ou em combinação com outros nutrientes pode alterar a intensidade de doenças associadas a diversos patógenos. Em experimento com mudas de cafeeiro supridas com doses de N e de K, observou-se que, com o aumento de K, houve redução quadrática até $6,59 \text{ mmol.L}^{-1}$, para a AACPI e $6,57 \text{ mmol.L}^{-1}$, para a AACPS da Mancha de Phoma, seguida de aumento a partir dessas doses (LIMA et al., 2010). Catarino (2011), trabalhando com mudas de cafeeiro em solução nutritiva, estudando a interação do Ca e o K, 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 da Mancha de Phoma (27,19) quando utilizou as menores doses de Ca e de K.

Carvalho et al. (2008), estudando o efeito do micronutriente Zn na resistência de plantas às doenças, associado a fungicidas, evidenciaram que a

severidade da ferrugem foi menor na faixa de concentração de 0,6% a 0,75% de sulfato de zinco. Entretanto, maiores concentrações de sulfato de zinco aumentaram a incidência de cercosporiose, manchas foliares e a desfolha dos cafeeiros. Os autores ainda citam que, em cafeeiros, poucos estudos foram feitos relacionando o aumento ou a diminuição da resistência das plantas às doenças, com alteração dos níveis de zinco das folhas.

É importante ressaltar que não se pode generalizar o efeito dos nutrientes nas doenças de plantas, pois pode variar, entre outros fatores, em função do hospedeiro, do patógeno e da interação com outros nutrientes (HUBER; THOMPSON, 2007). O nutriente não é fator isolado na proteção das plantas ao patógeno, mas sim um item do manejo adequado da doença. Pozza, Carvalho e Chalfoun (2010) recomendam, como medida preventiva dentro do manejo integrado de doenças, fazer adubações equilibradas nas lavouras como forma de aumentar a resistência horizontal das plantas às doenças, sendo esta uma alternativa sustentável, pois contribui para a preservação do ambiente e da saúde humana por meio do menor uso de fungicidas.

Fica evidente, dessa forma, que o equilíbrio nutricional de uma cultura e o adequado manejo da irrigação podem ser cruciais para o crescimento, o desenvolvimento e a produção da cultura, bem como manter a sanidade e conferir resistência à cultura.

2.4 Ambiente e água livre na superfície foliar no progresso de doenças

O ambiente é um dos principais componentes responsáveis por influenciar a intensidade da doença e, devido ao fato de a cafeicultura ser uma das atividades agrícolas mais importantes do Brasil, uma série de experimentos foi conduzida nos últimos anos, para investigar o efeito das condições climáticas

e ambientais no crescimento e no desenvolvimento dessa cultura (CESANELLI; GUARRACINO, 2011).

O microclima, especificamente o período de molhamento foliar promovido pelo orvalho, neblina, chuva ou irrigação, é um importante fator no progresso de doenças do cafeeiro. O microclima da copa das culturas é influenciado por fatores relacionados à área foliar, ao sistema de plantio e à estrutura ou ao arranjo das plantas no campo. Dessa forma, condições de manejo, como a direção de plantio do cafeeiro, expondo sua face à radiação solar, podem alterar a intensidade de doenças de parte aérea por modificar o período de molhamento e de sombreamento das folhas (CUSTÓDIO et al., 2010).

Entre os requisitos necessários para simular modelos de doenças fúngicas, destacam-se o molhamento foliar e a temperatura (CAMPBELL; MADEEN, 1990). O tempo em que permanece água livre na superfície dos tecidos vegetais é chamado de duração do molhamento foliar, sendo uma das variáveis mais importantes para a previsão de epidemias de doenças de plantas, por causa de seu impacto considerável sobre os processos, tais como o início do ciclo de vida dos patógenos fúngicos, a sua penetração nas folhas e a ocorrência de infecções primárias e secundárias (BREGAGLIO et al., 2011).

O período de molhamento foliar e a intensidade luminosa exercem influência determinante sobre patógenos. A presença de água no estado líquido na forma de molhamento foliar é fator indispensável para a germinação dos urediniosporos da *H. vastatrix* (WARD, 1882; KUCHALAPPA; CHAVES, 1980). O período de molhamento foliar de 6 a 12 horas resulta em máxima severidade da cercosporiose (FERNANDES et al., 1991). O maior período de molhamento pode ser determinado pelo menor tempo de exposição das folhas ao sol, à água (chuva ou irrigação por aspersão) e ao orvalho, além de maior adensamento da cultura, de maneira a proporcionar menor arejamento e maior

sombreamento da cultura. No Brasil, observa-se que ocorre menor exposição da radiação solar voltada para o hemisfério sul e maior ao hemisfério norte. Os estudos que relacionam os patossistemas mencionados com a face de exposição da planta à radiação solar são escassos, justificando, assim, a geração de pesquisas para o entendimento nessa área (CUSTÓDIO et al., 2010).

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

Custódio et al. (2010) observaram que as faces de exposição, norte e sul, das plantas afetaram de forma expressiva o progresso das doenças na lavoura. Houve alteração do patossistema, resultante da modificação do microclima da parte aérea das plantas. A face das plantas voltadas ao sul, por possuírem menor exposição de luz solar e maior tempo de sombreamento, resultou em maior período de molhamento foliar. Isso favoreceu a incidência e a severidade da ferrugem do cafeeiro, pela maior germinação de urediniósporos de *H. vastatrix*. Já na face das plantas voltadas para o norte, devido à maior exposição de luz solar e, assim, menor sombreamento, houve a incidência da cercosporiose nas folhas do cafeeiro, cujo agente etiológico *C. coffeicola* produz a toxina cercosporina ativada pelo sol. O autor ainda sugere que, na amostragem da intensidade da ferrugem e da cercosporiose em folhas de cafeeiro, deve-se considerar, sempre que possível, a face de exposição das plantas mais favorável ao progresso das doenças. Pretende-se, dessa forma, obter melhor representatividade, diminuindo o erro amostral. Läderach et al. (2011) também citam que a face de exposição pode exercer papel importante na qualidade do café.

Em outras culturas, Schmitz e Grant (2009), estudando a ferrugem da soja nos Estados Unidos, verificaram que existe uma variação no molhamento foliar nas partes superior e inferior do dossel da planta e isso pode causar interferência no progresso da doença. Christiano et al. (2009) demonstraram que não só o molhamento foliar está ligado à infecção de doenças em citros, como também o efeito da temperatura está ligado à relação patógeno-hospedeiro. Outros trabalhos também conduzem a essa linha de raciocínio, correlacionando a temperatura e o molhamento foliar ao progresso de doenças. Genta et al. (2010) realizaram um estudo com míldio em videira, relacionando a severidade da doença ao período de molhamento foliar. Nesse trabalho foi possível observar a alta correlação da severidade da doença com a duração de molhamento foliar e com a umidade relativa do ar superior a 90% (GENTA et al., 2010).

Conclui-se que é preciso conhecer a epidemiologia da doença, a influência do clima, o manejo eficiente da irrigação e a escolha adequada da densidade de plantio, entendendo as interações favoráveis ao seu progresso. Isso permite, entre outras informações, conhecer a máxima intensidade da doença ao longo do ano, épocas nas quais tende a crescer ou decrescer e seus períodos de estabilização. Isso é também pré-requisito para a aplicação de medidas visando à redução de perdas da forma mais racional possível (PAIVA et al., 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (Figura 1), com área aproximada de 0,24 ha, situado à latitude 21°13'46''S, longitude 44°58'32'' W e altitude média de 908 m.

3.1 Características da área experimental, da cultura e tratos culturais

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA, 1999).

A cultivar em estudo foi a Acaia MG-1474, plantada em março de 1997, no espaçamento semiadensado de 3,00 m entre linhas e 0,60 m entre plantas, ocupando área útil de 1,8 m² planta⁻¹ e densidade populacional de 5.555 plantas ha⁻¹, tendo sido recepada em outubro de 2004 e irrigada desde o plantio.



Figura 1 Imagem de satélite do campo experimental. Lavras, MG, 2011.¹

¹ Disponível em: <<http://earth.google.com>>

Todos os tratamentos, exceto a testemunha (não irrigado), receberam adubação por meio de fertirrigação. O adubo foi aplicado durante os meses de outubro a março, em três a quatro parcelamentos.

A testemunha recebeu adubação manual na mesma época que os manejos com irrigação. A quantidade de adubo aplicado e o parcelamento foram iguais para todos os tratamentos, inclusive a testemunha, que foi determinada mediante análise química do solo e previsão de safra futura. Foram complementadas as adubações via foliar conforme o laudo da análise química de folhas. As interpretações das análises químicas de folha e de solo seguiram a recomendação de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

Durante a condução do experimento, os tratos culturais (controle do mato) e o controle fitossanitário de pragas foram executados sempre que atingiram o limiar de dano econômico da cultura. Para a incidência de cercosporiose, o limiar de dano econômico foi de 10% e, para a ferrugem, de 5% da incidência nas folhas. Foi pulverizado para o controle dessas doenças o fungicida ciproconazol+azoxistrobina, de acordo com a recomendação de bula do produto comercial. Não foi necessário realizar aplicações de inseticidas para o controle da broca e do bicho-mineiro, pois os mesmos não atingiram índices de dano econômico.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída por 10 plantas, considerando-se 8 plantas úteis para avaliação da variável resposta, sendo uma planta de cada extremidade a bordadura. Os tratamentos aplicados foram os seguintes manejos da irrigação:

A = não irrigado (testemunha);

B = irrigação o ano todo, sempre que o teor da água disponível no solo atingisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm;

C = irrigação o ano todo, sempre que o teor da água disponível no solo atingisse 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm;

D = irrigação o ano todo, porém, nos meses de janeiro, fevereiro, março, julho, outubro, novembro e dezembro, apenas foram irrigados quando o teor da água disponível no solo atingisse 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm. Nos demais meses, ou seja, abril, maio, junho, agosto e setembro, apenas irrigou-se quando o teor da água disponível no solo atingisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm.

E = irrigação somente nos meses abril, maio, junho, agosto, setembro, sempre que o teor da água disponível no solo atingisse 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm.

3.3 Face de exposição

O sentido de plantio da cultura está disposto do leste ao oeste, considerando-se, para a avaliação da doença, a face voltada para o norte geográfico e o sul geográfico, comparando-se a diferenças entre as faces avaliadas.

3.4 Ano agrícola

O presente experimento foi conduzido durante os anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, sendo realizadas 12 avaliações por ano agrícola. Considerou-se o início do ano agrícola 2009/2010 em setembro de 2009 e o término em agosto de 2010. Referem-se ao segundo ano agrícola (2010/2011) os meses de setembro de 2010 a agosto de 2011.

Após o levantamento da doença em cada ano, realizou-se a comparação da incidência e da severidade da doença entre os anos agrícolas.

3.5 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação usado foi do tipo gotejamento, de acionamento manual. A água foi distribuída às plantas por meio de gotejadores autocompensantes (150 a 400 kPa), distanciados em 0,40 m entre si, proporcionando uma faixa molhada de 3,6 m², com pressão de serviço de 300 kPa (30 mca) e vazão de 4,0 L h⁻¹.

O sistema constitui-se de uma unidade central de controle também conhecida por “cabeçal de controle”, com adutora de tubos PVC (PN 80) e de derivação de PVC (PN60), linhas laterais de tubo flexível de polietileno (PN 40) com registros e cavaletes setoriais, entre outros acessórios comumente encontrados nesse sistema de irrigação. O “cabeçal de controle” foi constituído de filtros de areia e tela, bomba injetora de fertilizantes, conexões e manômetro localizado ao lado da área experimental.

A fonte de água utilizada na irrigação foi proveniente de uma barragem situada a 350 m da área experimental e, junto a essa, encontra-se uma unidade de bombeamento.

3.6 Manejo da irrigação

Foram instalados sensores de umidade, do tipo Watermark[®], para a determinação do potencial matricial de água no solo em cada uma das parcelas experimentais nas profundidades de 10 cm e 30 cm. As leituras foram realizadas por meio de um sistema de aquisição de dados (dataloguer), localizado nas dependências do “cabeçal de controle” do sistema de irrigação, no qual os dados

das leituras dos sensores de umidade foram armazenados em intervalos de 30 minutos. Posteriormente, esses dados foram analisados e estudados junto com outros fatores e dados observados.

O momento de irrigar e a quantidade de água a ser reposta em cada tratamento foram estabelecidos a partir da curva característica de retenção de água no solo, para as camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm, por meio da correlação entre a umidade e a tensão de água no solo. Como determinante do momento de irrigação em cada tratamento, foram consideradas as médias das leituras do potencial de água do solo nos sensores posicionados a 10 cm de profundidade.

A reposição de água feita em cada tratamento teve também como base as médias de leitura do potencial de água no solo nos sensores posicionados a 10 cm, referente à camada de 0-20 cm de profundidade, e dos sensores posicionados a 30 cm, referentes à camada de 20-40 cm de profundidade. A lâmina aplicada foi determinada com base nas leituras a 10 cm, como representativo da camada 0-20 cm e a leitura a 30 cm, representativa da camada 20-40 cm. De posse dessas leituras e com os dados da curva característica de retenção de água no solo, foram calculadas as lâminas de reposição de água com seus volumes e tempos de irrigação, obedecendo aos critérios estipulados para cada tratamento, conforme Custódio (2009).

3.7 Dados meteorológicos utilizados

Fez-se a coleta dos dados meteorológicos da Estação Climatológica Principal de Lavras (ECP), localizada no campus da UFLA, à distância de 570 m do local do experimento, pertencente ao 5º Distrito de Meteorologia, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a UFLA. Os dados corresponderam aos valores diários, obtidos da média de, pelo menos, três das quatro observações meteorológicas, de acordo com o Tempo Médio de

Greenwich (TMG). O período de monitoramento coincidiu com a época de condução do experimento.

Os dados obtidos foram das seguintes variáveis: temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação. Também foram coletados dados de uma miniestação, localizada na área do experimento, através de dataloger, obtendo-se variáveis do molhamento foliar.

3.8 Variáveis analisadas

Avaliaram-se os sintomas foliares pertinentes à doença Mancha de *Phoma*. Com os dados obtidos foi possível realizar testes estatísticos para plotar os gráficos de progresso da doença e avaliar a intensidade da doença no campo experimental.

3.8.1 Avaliação da doença

Foi realizada a avaliação da incidência e da severidade, por método não destrutivo, da mancha foliar de *Phoma* spp. A incidência foi calculada a partir da relação do número de folhas com sintomas e o número total de folhas amostradas, de acordo com a Equação 1.

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

em que

I (%) = incidência de *Phoma* em folhas de cafeeiro;

NFD = número de folhas doentes;

NTF = número total de folhas amostradas.

A severidade foi avaliada utilizando-se a escala diagramática proposta por Salgado et al. (2009), observando-se os sintomas da doença. As folhas foram avaliadas aleatoriamente, em ramos plagiotrópicos do terço médio da planta, avaliando-se a segunda e ou a terceira folha do ramo. A parcela foi composta por doze plantas no total, sendo a parcela útil composta pelas oito plantas centrais, das quais foram amostradas doze folhas por planta, sendo seis em cada face de exposição, totalizando 48 folhas por face e 96 folhas por parcela, durante os meses de setembro de 2009 a agosto de 2011 (24 avaliações).

Os resultados referentes aos índices médios de incidência e de severidade para a Mancha de Phoma em folhas foram, em seguida, plotados em gráficos do progresso da doença, durante o período de avaliação.

3.8.2 Área abaixo da curva de progresso da doença

Os valores obtidos da avaliação da incidência e da severidade da Mancha de Phoma do cafeeiro foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), segundo Shaner e Finney (1977), de acordo com a Equação 2. Foi obtida a área abaixo da curva de progresso para incidência (AACPDI) e para a severidade (AACPDS).

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

em que

AACPD= área abaixo da curva de progresso da doença;

Y_i = proporção da doença na i -ésima observação;

T_i = tempo, em dias, na i -ésima observação;

n = número total de observações.

3.8.3 Avaliação de enfolhamento

Concomitante à avaliação das doenças, também foi avaliado o enfolhamento das parcelas, por meio de escala de notas desenvolvida por Boldini (2001). Foram atribuídas notas de 1 a 5, de acordo com a porcentagem de enfolhamento das plantas, sendo 1 (0% a 20% de enfolhamento); 2 (21% a 40%); 3 (41% a 60%); 4 (61% a 80%) e 5 (81% a 100%).

3.9 Análise estatística

Foi utilizado, para a análise estatística dos dados coletados, o programa Sisvar ® (FERREIRA, 2000) versão 4.0. Foi realizada análise de variância da incidência e da severidade da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro em função dos diferentes manejos de irrigação, épocas de avaliação e face de exposição da planta. As variáveis significativas no teste F foram submetidas ao teste de médias de Scott-Knott ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados obtidos, foi possível obter resultados da incidência e severidade da doença, observando a época do ano, a safra e variáveis ambientais influenciando no progresso da Mancha de Phoma.

4.1 Curva de progresso para a incidência da doença

No primeiro ano avaliado, setembro de 2009 a agosto de 2010, a incidência da doença manteve-se abaixo de 5%, até maio. A partir daí houve aumento no índice da doença, atingindo a maior incidência, 11%, em agosto. No período seguinte, setembro de 2010 a agosto de 2011, houve queda brusca na intensidade, reduzindo o índice de 10-15% (agosto/2010) para 1-3% (setembro/2010). Após setembro/2010, a incidência da doença reduziu até janeiro de 2011. Posteriormente, maiores taxas de progresso foram observadas, atingindo a maior incidência da Mancha de Phoma em junho/2011, com 13,7% (Figura 2), diferente do período anterior, reiterando ser o progresso da doença dependente das condições ambientais de cada período, necessitando de monitoramento constante e procurando evitar calendários fixos de pulverização.

Comparando-se a curva de progresso da doença com os dados climatológicos (Figura 2), foi possível observar os maiores picos da doença nas épocas frias do ano, condições favoráveis ao progresso da doença. Observando-se o mesmo gráfico, nota-se que ocorreu menor precipitação, aproximadamente 8 mm, e menor temperatura média, em torno de 17,84°C, variando de 16 °C a 19 °C, nos meses de maior incidência da Mancha de Phoma (julho e agosto). Pozza, Carvalho e Chalfoun (2010), Salgado et al. (2009) e Lima et al. (2010) também observaram, em temperaturas abaixo de 20 °C, maiores intensidades da doença, porém, não citaram a ocorrência de menor pluviosidade.

De modo geral, foi possível observar, na curva de progresso da doença, a maior incidência na Mancha de Phoma nos meses de abril a agosto, com menores médias de temperatura e também baixos índices pluviométricos. Nesse último ponto, os resultados são diferentes dos da literatura, a qual cita serem necessários altos índices pluviométricos para a maior intensidade da doença. É importante lembrar que, antes que ocorra a exteriorização dos sintomas, são necessárias condições favoráveis ao patógeno para que ocorram a sobrevivência, a reprodução e a disseminação do mesmo. As precipitações decorrentes nos meses anteriores à época de maior exteriorização dos sintomas da doença, provavelmente, são indispensáveis para manter viável o inóculo no campo.

Posteriormente, principalmente a menor temperatura favoreceu o progresso da doença, observando-se, assim, os maiores índices nas épocas mais secas. A presença de água disponível na folha, nessa etapa, também é importante para que o progresso da doença ocorra, porém, talvez não haja a necessidade de um grande volume de precipitação para que isso ocorra. Vale, Zambolim e Zambolim (2005) citam que, para favorecer a ocorrência da Mancha de Phoma, há a necessidade de chuvas, neblina e alta umidade, entre outros fatores, como temperatura próxima a 18 °C e ventos frios. Estas condições são comuns em regiões descampadas e de altitude elevada, principalmente no início e no final do período de chuvas.

Vasco (2012), estudando a curva de progresso do mesmo patossistema do presente experimento, também obteve os mesmos resultados. O autor cita que a Mancha de Phoma teve maior incidência nos meses de julho e agosto de 2010 e julho de 2011, períodos de menores pluviosidades. O autor, correlacionando as variáveis ambientais em diferentes densidades de plantio, verificou que, nas densidades de 2.500, 3.333 e 5.000 plantas por ha, houve correlação negativa para as temperaturas máximas e mínimas, ou seja, houve aumento na intensidade

da doença com as menores temperaturas máxima e mínima, relação esta também observada na Figura 2.

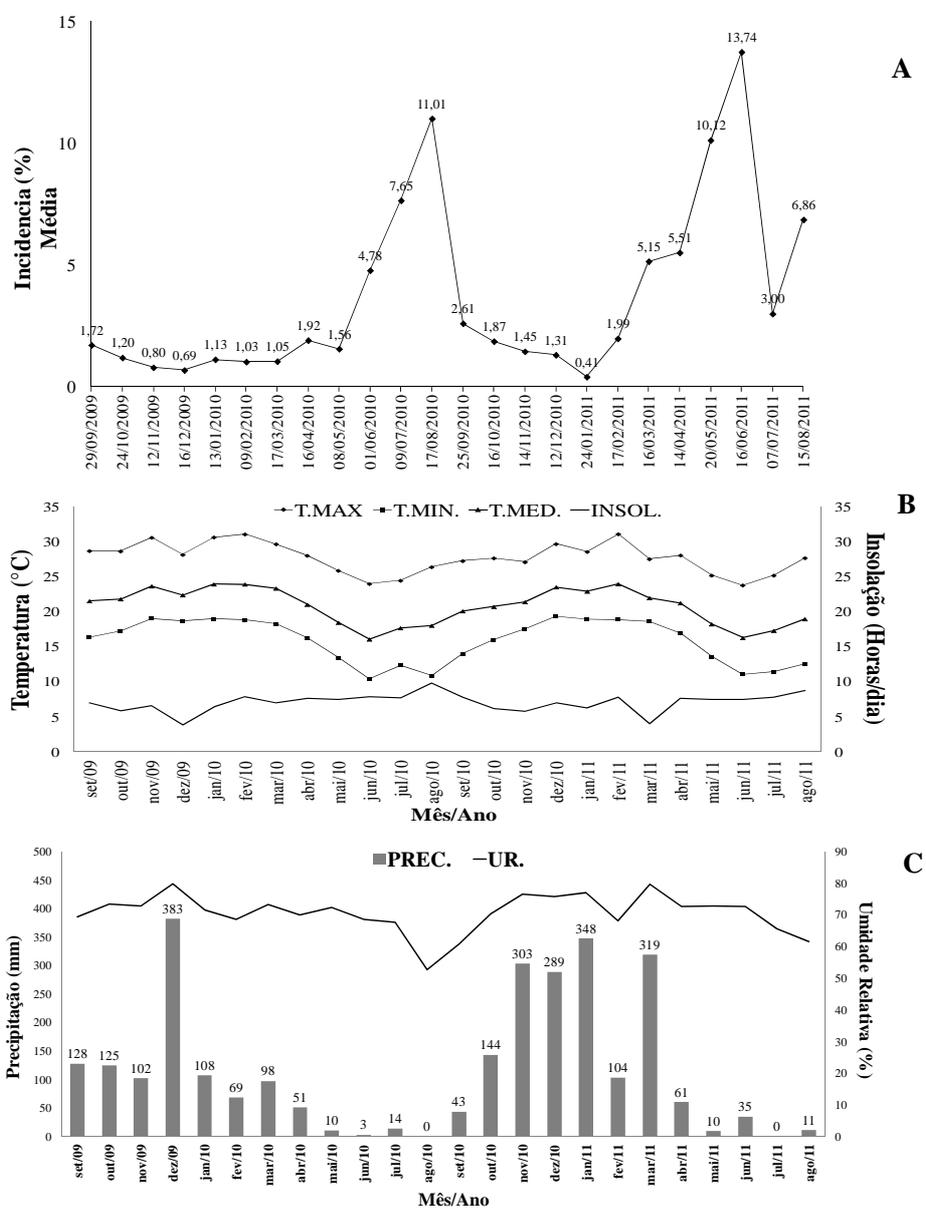


Figura 2 Curva de progresso para a incidência da Mancha de Phoma (A), médias das variáveis climatológicas da temperatura e insolação (B), precipitação e umidade relativa (C), referente ao período de setembro de 2009 a agosto de 2011

De junho para julho de 2010 e 2011 ocorreu queda brusca na incidência da doença, que se elevou em agosto (último mês de avaliação). Isso pode ser explicado pelo fato de a colheita, que foi realizada em agosto de 2010 e junho em 2011, ter ocasionado desfolha na planta (Figura 3), principalmente das folhas com Mancha de Phoma, reduzindo, assim, a doença.

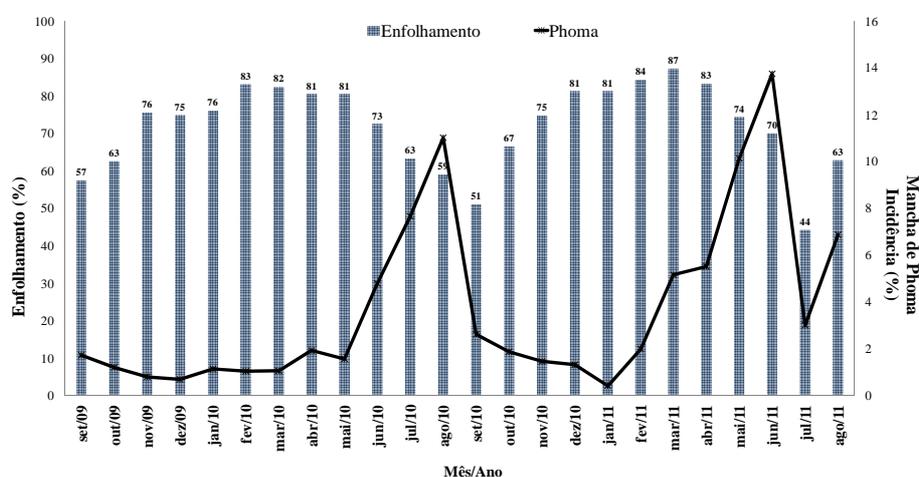


Figura 3 Enfolhamento do cafeeiro e curva de progresso para a incidência da doença, referente aos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os anos de avaliação, as épocas de avaliação, os manejos de irrigação e a face de exposição, nos dois anos agrícolas.

Em relação aos anos de avaliação na incidência da doença, no primeiro ano de avaliação (29/09/2009 a 17/08/2010) ocorreu menor incidência da doença quando comparado ao segundo ano (25/09/2010 a 15/08/2011), período este em que se observaram maiores índices da doença, 4,5% de incidência (Figura 4).

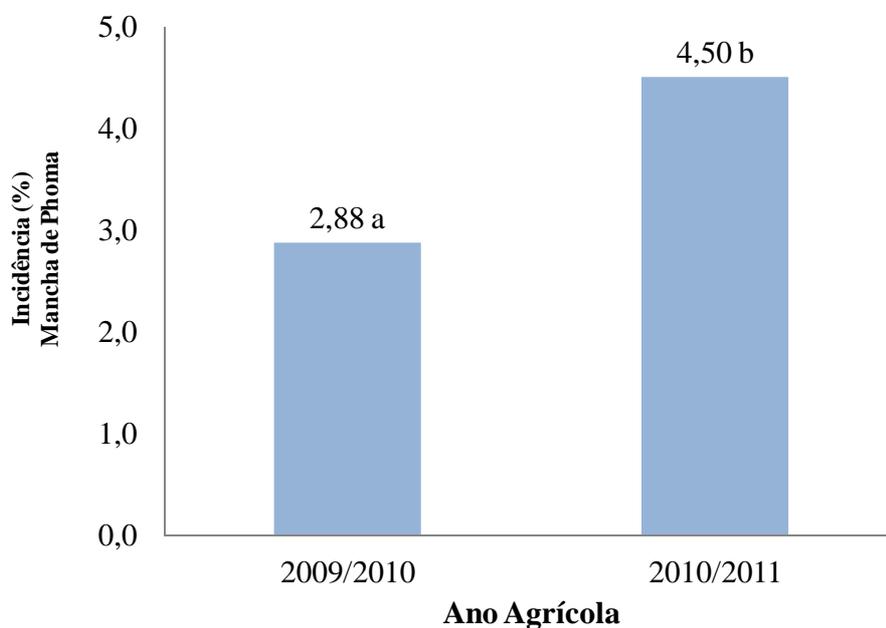


Figura 4 Incidência (%) da Mancha de Phoma nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011

As precipitações elevadas no período de setembro de 2010 a fevereiro de 2011 (Figura 2), cerca de 317 mm maiores, quando comparadas ao ano anterior, podem ter ocasionado microclima favorável ao progresso da doença, pois eleva-se o período de molhamento foliar. No ano agrícola 2009/2010 a doença teve início em junho e, no outro ano, em fevereiro, gerando, assim, maior média da incidência no segundo ano.

Essa variação pode ter ocorrido pelo volume de chuva acumulada, ou seja, o acúmulo de chuva, no ano agrícola 2009/2010 nos meses que antecederam o maior progresso da doença, foi menor, com precipitação acumulada de 1.090 mm, que no ano agrícola seguinte, com precipitação acumulada de 1.655 mm (Figura 3). Essa maior precipitação, possivelmente, criou condições favoráveis ao estabelecimento da doença na planta. Quando

ocorre menor pluviosidade, observa-se aumento da doença, porém, é importante lembrar que o molhamento foliar não ocorre apenas com a chuva, mas também devido ao orvalho e à gutação, proporcionando ambiente favorável à infecção do patógeno.

No primeiro ano agrícola, houve diferença significativa ($P < 0,05$) na interação entre a época de avaliação e os manejos de irrigação (Tabela 1). Essa diferença entre os manejos ocorreu apenas nos meses de junho e julho de 2010, observando-se, nesse período, que o manejo sem irrigação e o B (irrigação o ano todo sempre que o teor de água disponível no solo atingisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm) tiveram maiores incidência da doença, correspondendo, em junho, a 8,5% e a 5,7% de incidência e, em julho, a 11,7% e 9,4%, para o manejo sem irrigação e o B, respectivamente. (Figura 5). O manejo sem irrigação e o manejo B, são aqueles em que a planta teve um maior período de estresse hídrico. No caso do manejo B, a reposição de água foi lenta, deixando a planta mais exposta à seca do solo. Assim, nesses dois manejos, a planta absorve menos água devido à falta de disponibilidade constante de água. Com isso, a planta, além de estar em estresse hídrico, também tem baixa absorção de nutrientes. A falta deles pode torná-la suscetível à infecção por diversos patógenos.

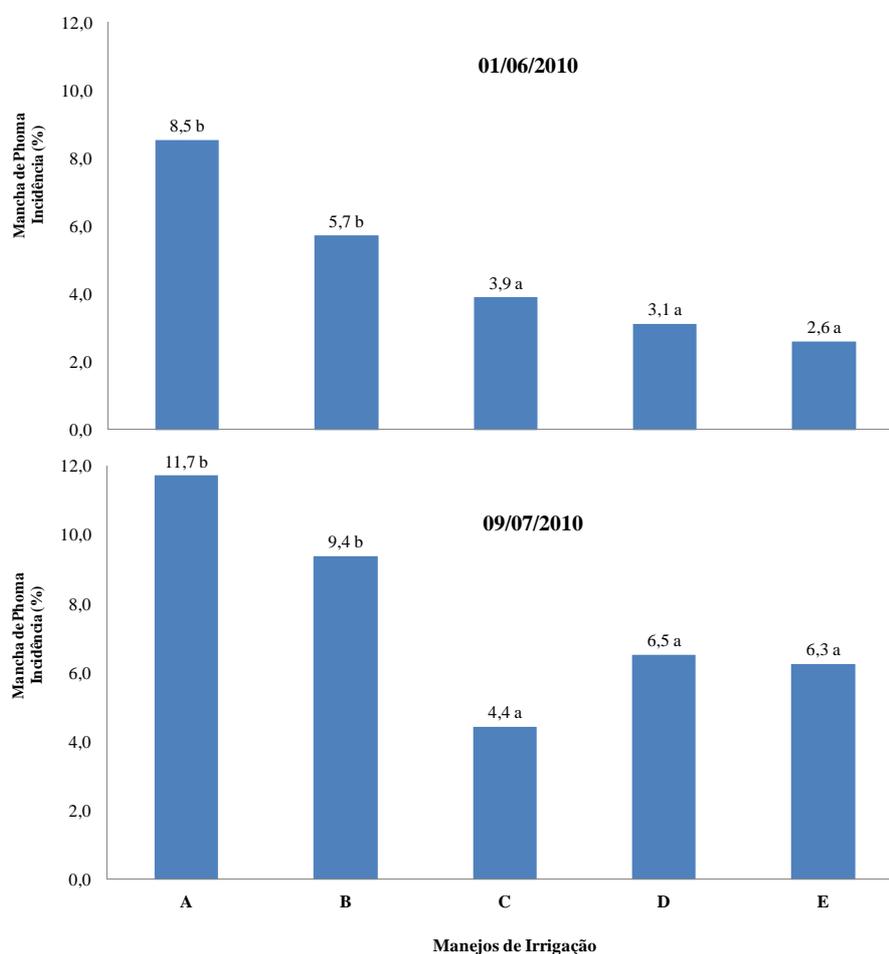


Figura 5 Incidência (%) da Mancha de Phoma nos diferentes manejos de irrigação, referente às datas 01/06/2010 e 09/07/2010

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) = jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA; (E) abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA.

Para o ano agrícola 2010/2011, não houve interação significativa entre a época de avaliação e os manejos de irrigação, entretanto, comparando-se os

manejos de irrigação isoladamente, foi possível observar diferenças significativas (Tabela 2). Houve maior incidência da doença no manejo sem irrigação e no B (irrigação o ano todo, sempre que o teor da água disponível no solo atingisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm), observando-se índices de 4,7% e 5,3% de incidência da doença, respectivamente (Figura 6).

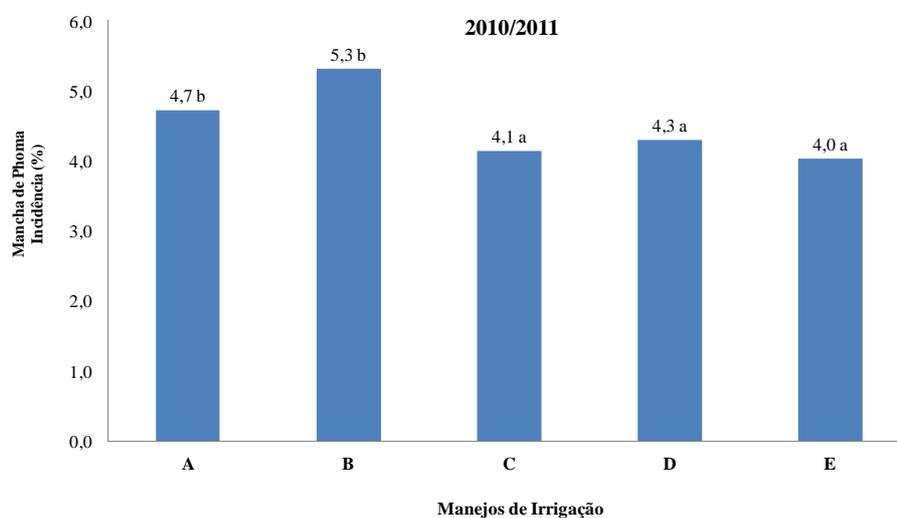


Figura 6 Incidência (%) da Mancha de Phoma nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2010/2011

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA; (E) abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA

A incidência da Mancha de Phoma, observada nos dois anos, em relação ao manejo da irrigação, possivelmente está relacionado à falta de água em períodos críticos e/ou de alta demanda pela cultura. Provavelmente, esse estresse, associado à falta de absorção adequada de nutrientes, favoreceu a susceptibilidade da planta ao patógeno. Conforme Rotem e Palti (1969) e Lima

et al. (2010), a irrigação supre as necessidades de água da planta, além de nutria-la melhor, propiciando, assim, um melhor enfolhamento. Os resultados obtidos neste trabalho concordam com os de outros autores que estudaram irrigação e progresso de doenças. Para a ferrugem e a cercosporiose do cafeeiro, Paiva (2008) também relatou maiores intensidades da doença em plantas não irrigadas e em sistemas convencionais. Echandi (1959) e Santos, Souza e Pozza (2004) observaram maior incidência da cercosporiose em frutos de café no tratamento não irrigado e nas menores lâminas de água. Segundo os autores, esse resultado ocorreu devido à deficiência hídrica associada à má absorção de nutrientes, principais causas da elevada intensidade da doença, por tornar as plantas suscetíveis à infecção de *Cercospora coffeicola*. Ficou claro, então, que o não fornecimento de água e também a sua pouca reposição favoreceram a intensidade da doença, certamente por não proporcionar maior fornecimento de nutrientes necessários à constituição da copa e a consequente formação de barreiras de resistência.

Quanto à diferença nos dois anos agrícolas, reitera-se a literatura, ficando claro que o progresso da doença não é previsível, dependendo da interação entre os fatores predisponentes do processo doença.

Também houve diferença significativa ($P < 0,05$) na interação entre a face de exposição da planta e a época de avaliação, para os dois anos avaliados (Tabela 1 e Tabela 2). Na Figura 7, é possível observar o comportamento da incidência da doença nas duas faces, nas diferentes épocas de avaliação. No primeiro ano agrícola (2009/2010), essa interação apenas ocorreu nos meses de abril a junho, período em que a face de exposição voltada para o sul ocorria com maiores incidências da doença (Figura 8). A partir de junho, observou-se que houve elevação da doença, aumentando até agosto, porém, nesse período não foram observadas diferenças significativas da incidência da doença em relação à face de exposição da planta (Figura 7). Entretanto, no segundo ano agrícola

(2010/2011), a interação na incidência da Mancha de Phoma nas duas faces de exposição da planta ocorreu em abril, registrando-se na face norte maior índice da doença (7,5%), quando comparado à face sul (3,5%) (Figura 9).

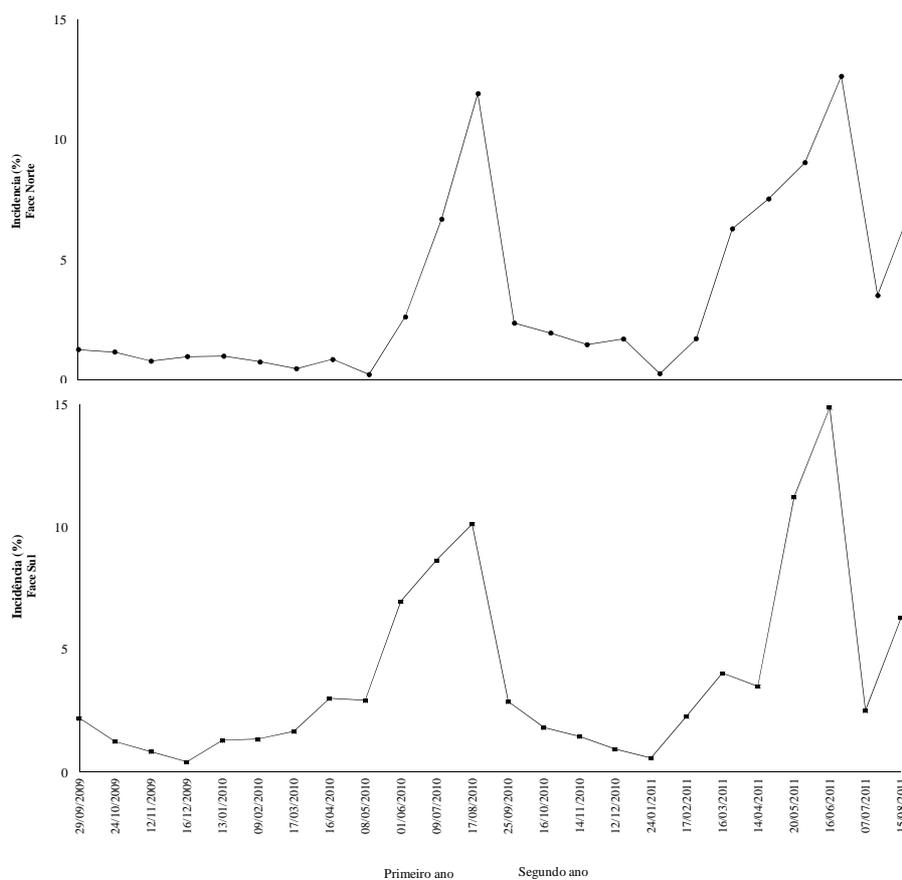


Figura 7 Curva de progresso para a incidência da Mancha de Phoma (face norte, face sul), período de setembro de 2009 a agosto de 2011

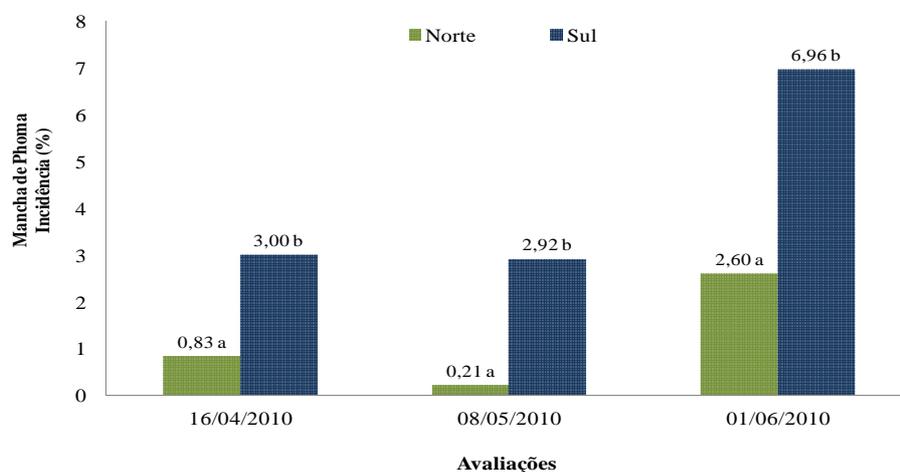


Figura 8 Incidência (%) da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, localizadas em cada face de exposição da planta (norte e sul), referente às avaliações em 16/04/2010, 08/05/2010 e 01/06/2010

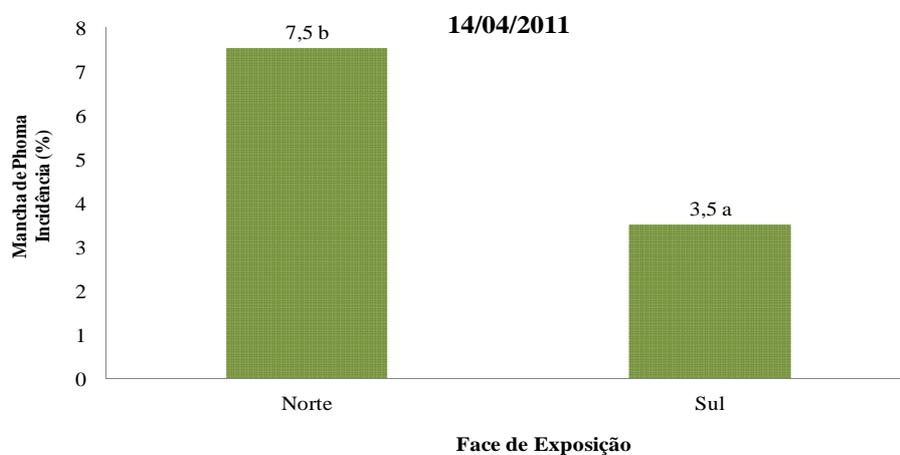


Figura 9 Incidência (%) da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, localizadas em cada face de exposição da planta (norte e sul), referente à avaliação em 14/04/2011

Observa-se que a incidência da doença nas faces de exposição da planta não se comportou de forma homogênea, pois, no ano 2009/2010, a maior

incidência ocorreu na face sul; já para o segundo ano (2010/2011), o comportamento da doença foi ao contrário, ou seja, na face norte ocorreu maior incidência. Custódio (2010), avaliando a intensidade da ferrugem e da cercosporiose quanto à face de exposição, observou que o sombreamento com a menor exposição à radiação solar favoreceu a intensidade da ferrugem nos dois anos agrícolas avaliados. Esse resultado obtido pelo autor demonstrou que existe um favorecimento da face sul, com maior sombreamento, ao patógeno (*Hemileia vastatrix*) no progresso da ferrugem.

Porém, no presente experimento, não foi possível observar esse favorecimento da face ao maior progresso da Mancha de Phoma (*Phoma tarda*). Sendo assim, para a ocorrência dessa doença, outros fatores, como temperatura, umidade, molhamento foliar e ventos, foram determinantes, conforme já citado por Chalfoun e Carvalho (2008), Salgado et al. (2009) e Lima et al. (2010).

4.1.1 Área abaixo da curva do progresso para a incidência da doença (AACPDI) no ano agrícola 2009/2010

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os diferentes manejos de irrigação e a face de exposição da planta para a AACPDI da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro (Tabela 3). O comportamento dos resultados da interação entre as faces de exposição com os manejos da irrigação está representado na Figura 10. Entretanto, houve diferença significativa, comparando-se os manejos de irrigação e a face de exposição, isoladamente (Tabela 3). A AACPDI média variou de 389,45 a 910,55, registrando maior AACPDI no manejo sem irrigação. Comparando-se o manejo sem irrigação com os demais manejos, observa-se que os demais manejos registraram AACPDI menores, que variaram de 389,45 a 598,57 (Figura 11).

Esse resultado concorda com o relatado por Vasco (2012), que estudou a AACPDI da Mancha de Phoma em diferentes densidades de plantio. O autor verificou que, no manejo sem irrigação, ocorreu maior AACPDI (9.569,3), quando comparado aos demais tratamentos irrigados, nos quais a variação foi de 4.625,8 a 5.119,1. Em relação à face de exposição, houve maior AACPDI na face de exposição da planta voltada ao hemisfério sul, de 746,5 (Figura 12).

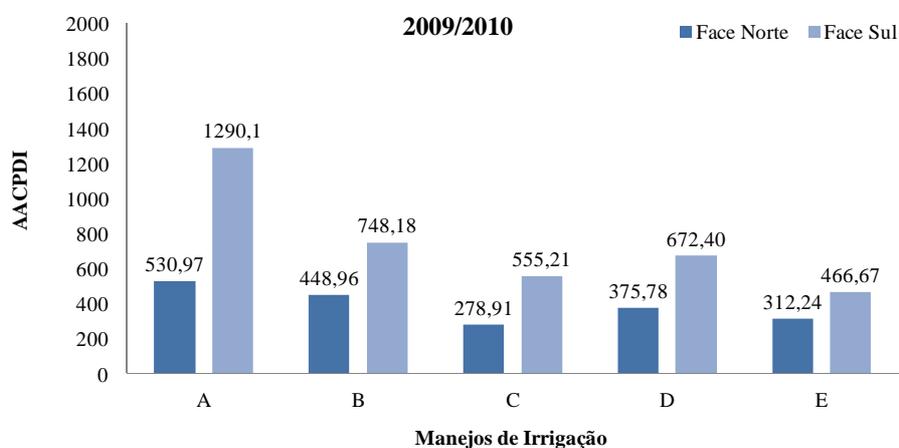


Figura 10 Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, nas faces de exposição norte e sul, sobre os diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2009/2010

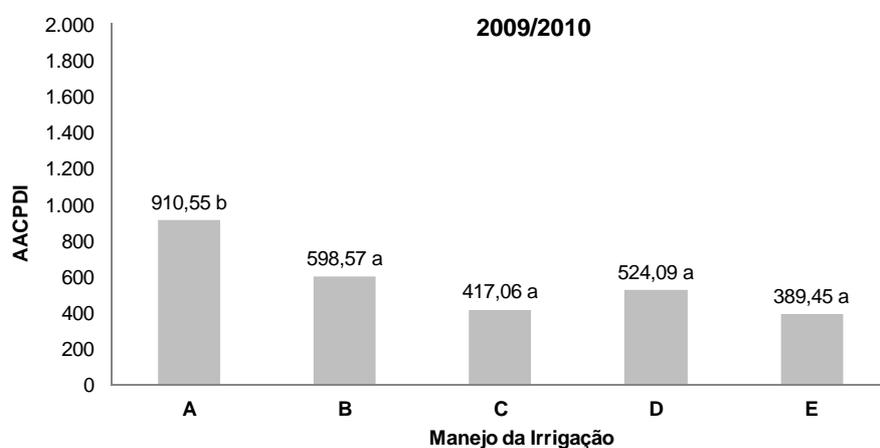


Figura 11 Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano agrícola 2009/2010

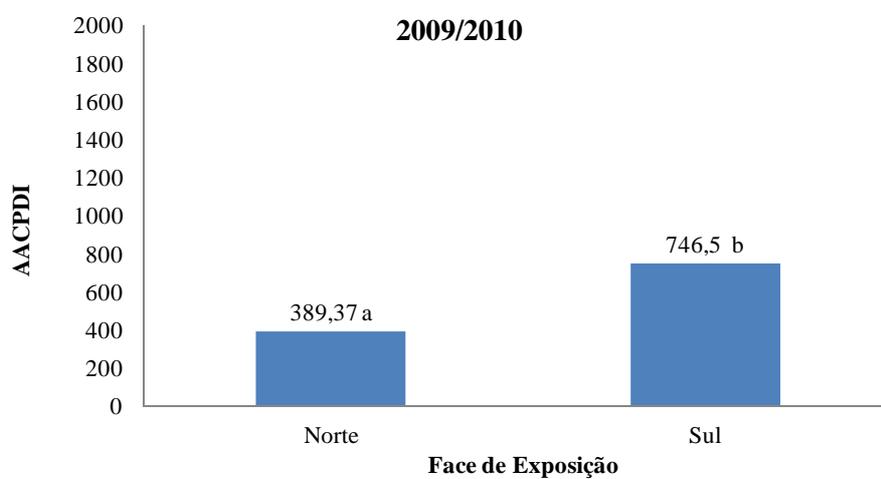


Figura 12 Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, em relação à face de exposição (norte e sul), referente ao ano agrícola 2009/2010

4.1.2 AACPDI no ano agrícola 2010/2011

Nesse ano agrícola, não houve interação significativa do fator manejo de irrigação e face de exposição da planta na AACPDI da incidência da Mancha de Phoma (Tabela 4). O comportamento dos resultados da interação entre as faces de exposição com os manejos da irrigação estão representados na Figura 13. Entretanto, registrou-se AACPDI média variando entre 1.261,07 a 1.735,29 (Figura 14). Também não houve diferenças significativas dos manejos de irrigação e face de exposição da planta ao sol, quando comparados isoladamente (Tabela 4). Nas Figuras 14 e 15 pode-se observar a variação da AACPDI para os manejos de irrigação e para as faces de exposição da planta ao sol.

Diferente do ano anterior, esses resultados discordam dos de trabalhos já realizados, em que no manejo sem irrigação ocorreram maiores índices de doença (ECHANDI, 1959; SANTOS; SOUZA; POZZA, 2004; PAIVA, 2008; VASCO, 2012). Possivelmente, o alto índice pluviométrico e sua distribuição durante os meses no ano agrícola 2010/2011, com 576 mm a mais que no ano anterior, influenciaram os diferentes manejos das irrigações, não apresentando, assim, diferenças significativas. Dessa forma, houve, em todos os tratamentos, maior absorção de água e, conseqüentemente, maior absorção de nutrientes pelas plantas. Segundo Marschner (1995), a nutrição mineral das plantas é um dos fatores que podem aumentar ou reduzir a resistência das plantas aos patógenos.

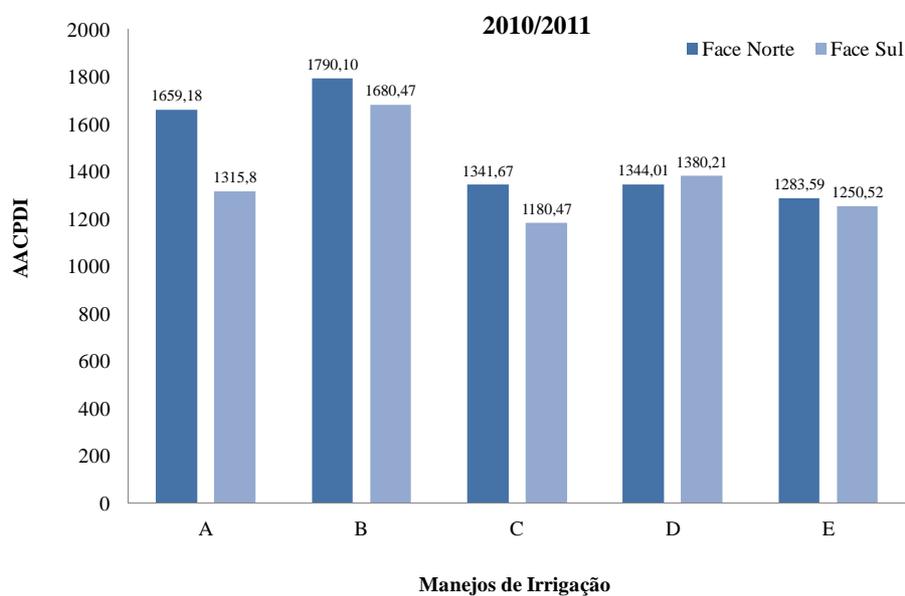


Figura 13 Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, nas faces de exposição norte e sul, sobre os diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2010/2011

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) = jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA; (E) = abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA.

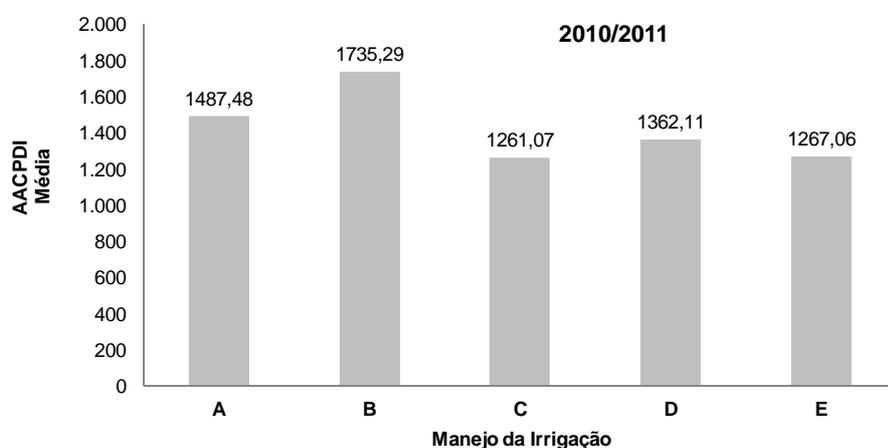


Figura 14 Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano agrícola 2010/2011

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) = jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA; (E) = abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA.

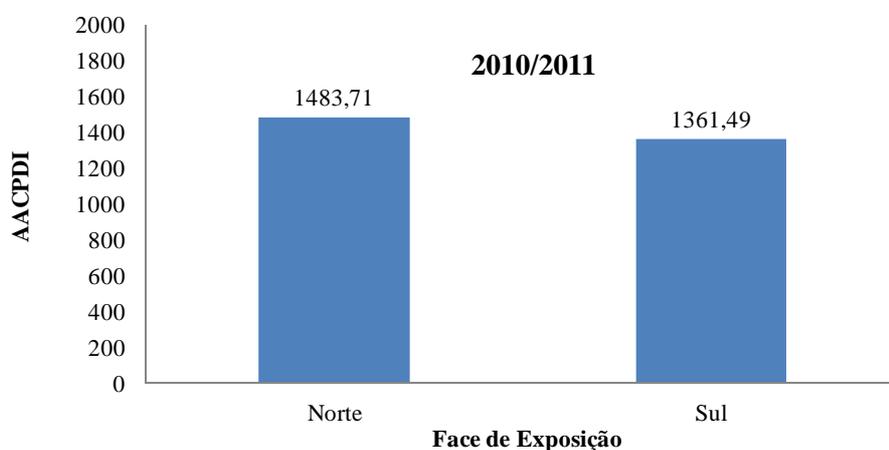


Figura 15 Área abaixo da curva do progresso da doença para a incidência (AACPDI) da Mancha de Phoma, em relação à face de exposição (norte e sul), referente ao ano agrícola 2010/2011

4.2 Curva de progresso para a severidade da doença

No primeiro ano avaliado, setembro de 2009 a agosto de 2010, a severidade da doença manteve-se abaixo de 0,25% até maio, mês no qual houve aumento no índice, atingindo a maior severidade em agosto, com 0,31%. No ano seguinte (setembro de 2010 a agosto de 2011), houve queda brusca na intensidade, reduzindo o índice de 0,31% (agosto/2010) para 0,07% (setembro/2010). Após setembro/2010, a severidade da doença reduziu até fevereiro de 2011. Posteriormente, maiores taxas de progresso foram observadas, atingindo a maior severidade da Mancha de Phoma em junho/2011, com 0,593% (Figura 16).

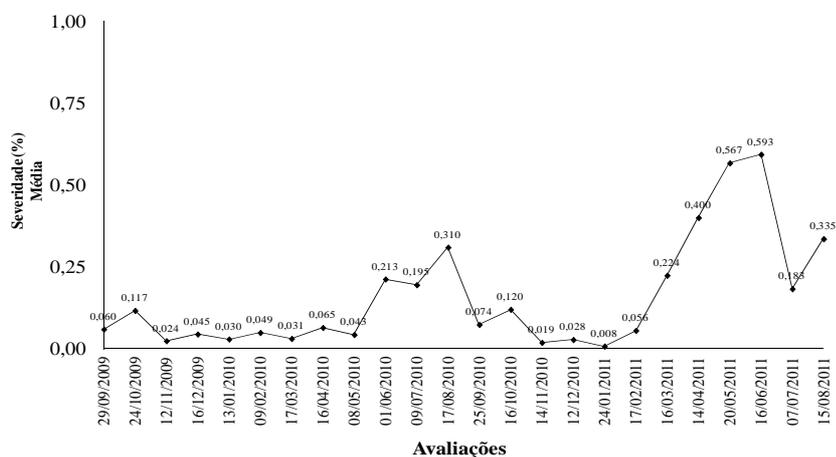
Comparando-se a curva de progresso da doença com os dados climatológicos (Figura 16), foi possível observar, também, de maneira idêntica à incidência, a maior severidade da doença nas épocas frias do ano, com condições favoráveis à enfermidade. Observando-se o gráfico, constata-se que ocorreram menor precipitação, aproximadamente 8 mm, e menor temperatura média, em torno de 17,84 °C, nos meses de maior severidade da Mancha de Phoma (julho e agosto), reiterando a discussão citada acima para a incidência.

De modo geral, é possível observar, na curva de progresso da doença, a maior severidade na Mancha de Phoma nos meses de abril a agosto, de menores médias de temperatura, com baixos índices pluviométricos.

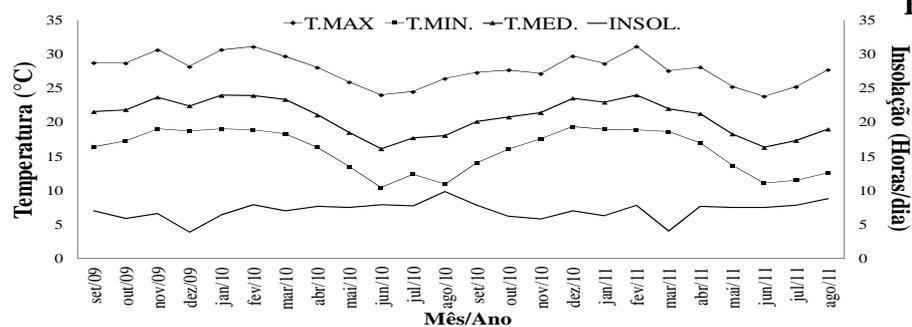
Vasco (2012), estudando o mesmo patossistema, obteve resultados semelhantes. O autor cita que a Mancha de Phoma teve maior severidade nos meses de julho de 2010 e junho, julho e agosto de 2011, períodos de menor pluviosidade. Vasco (2012), correlacionando as variáveis ambientais em diferentes densidades de plantio, verificou que, nas densidades 2.500, 3.333 e 5.000 plantas por ha, houve relação inversa, ou seja, conforme aumentam a temperatura média, a mínima e a máxima, e a precipitação, diminui a severidade.

Para a densidade de 10.000 plantas por ha, ocorreu correlação negativa entre a severidade e as temperaturas médias e mínimas, ou seja, houve aumento na intensidade da doença com as menores temperaturas média e mínima, relação essa também observada na Figura 16.

A



B



C

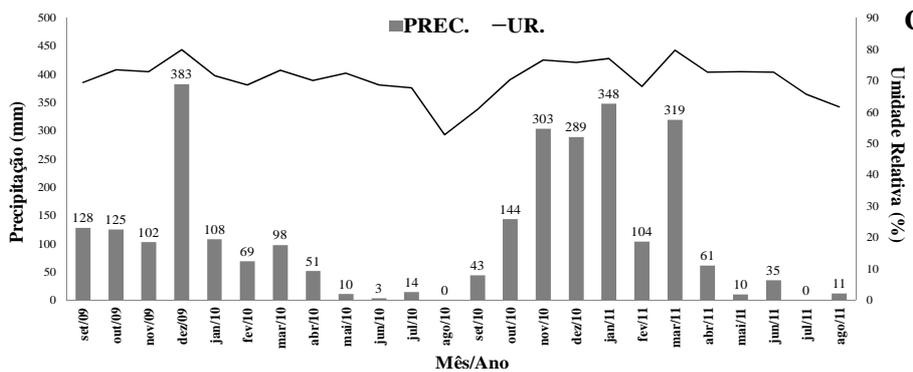


Figura 16 Curva de progresso para a severidade da Mancha de Phoma (A), médias das variáveis climatológicas da temperatura e insolação (B), precipitação e umidade relativa (C), referente ao período de setembro de 2009 a agosto de 2011

De junho para julho de 2010 e 2011 ocorreu queda brusca na severidade da doença, que se elevou em agosto (último mês de avaliação). Isso pode ser explicado pelo fato de a colheita que foi realizada em junho ter ocasionado desfolha na planta (Figura 17), principalmente das folhas com Mancha de Phoma, reduzindo, assim, a doença.

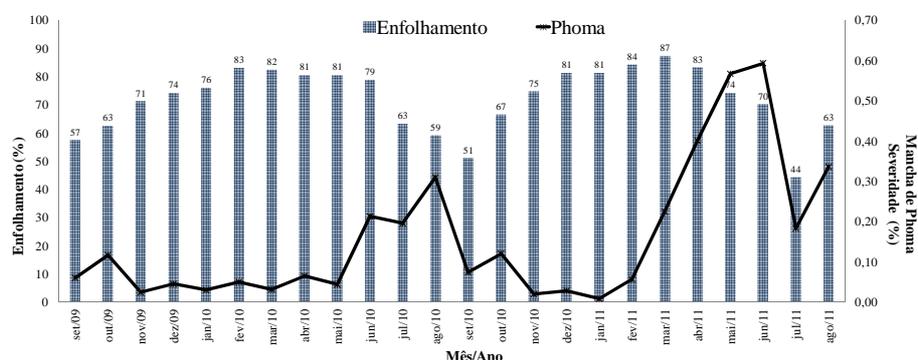


Figura 17 Enfolhamento do cafeeiro e curva de progresso para a severidade da doença, referente aos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os anos de avaliação, as épocas de avaliação, os manejos de irrigação e a face de exposição, nos dois anos agrícolas.

Em relação aos anos de avaliação na severidade da doença, no primeiro ano de avaliação (29/09/2009 a 17/08/2010) ocorreu menor severidade, quando comparado ao segundo ano (25/09/2010 a 15/08/2011), período com maiores índices, 0,22% de severidade da Mancha de Phoma (Figura 18).

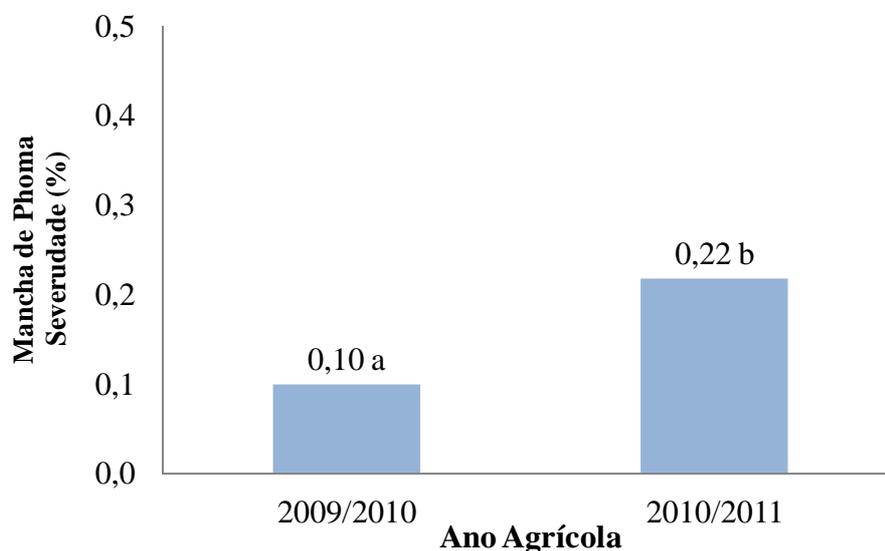


Figura 18 Severidade (%) da Mancha de Phoma nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011

As precipitações elevadas no período de setembro de 2010 a fevereiro de 2011 (Figura 16), cerca de 317 mm maiores quando comparadas à do ano anterior, podem ter ocasionado microclima favorável ao progresso da doença, pois eleva-se o período de molhamento foliar, embora em condições de temperatura desfavorável. No ano agrícola 2010, a doença teve início em junho e, no outro ano, em fevereiro, gerando, assim, maior média da severidade no segundo ano. Quando ocorre menor pluviosidade, observa-se aumento da doença, porém, é importante lembrar que o molhamento foliar não ocorre apenas com a chuva, mas também devido ao orvalho e à gutação, sendo fatores que proporcionam a infecção das doenças.

No primeiro ano agrícola, houve diferença significativa ($P < 0,05$) na interação entre a época de avaliação e os manejos de irrigação (Tabela 6). Essa diferença entre os manejos ocorreu apenas nos meses de junho a agosto de 2010, observando-se, nos meses de junho e julho, que apenas no manejo sem irrigação

houve maior severidade da doença, porém, no mês de agosto o manejo sem irrigação, o B (irrigação o ano todo, sempre que o teor da água disponível no solo atingisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm) e o D tiveram maiores severidade da doença, correspondendo a 0,44%, 0,34% e 0,34%, respectivamente (Figura 19).

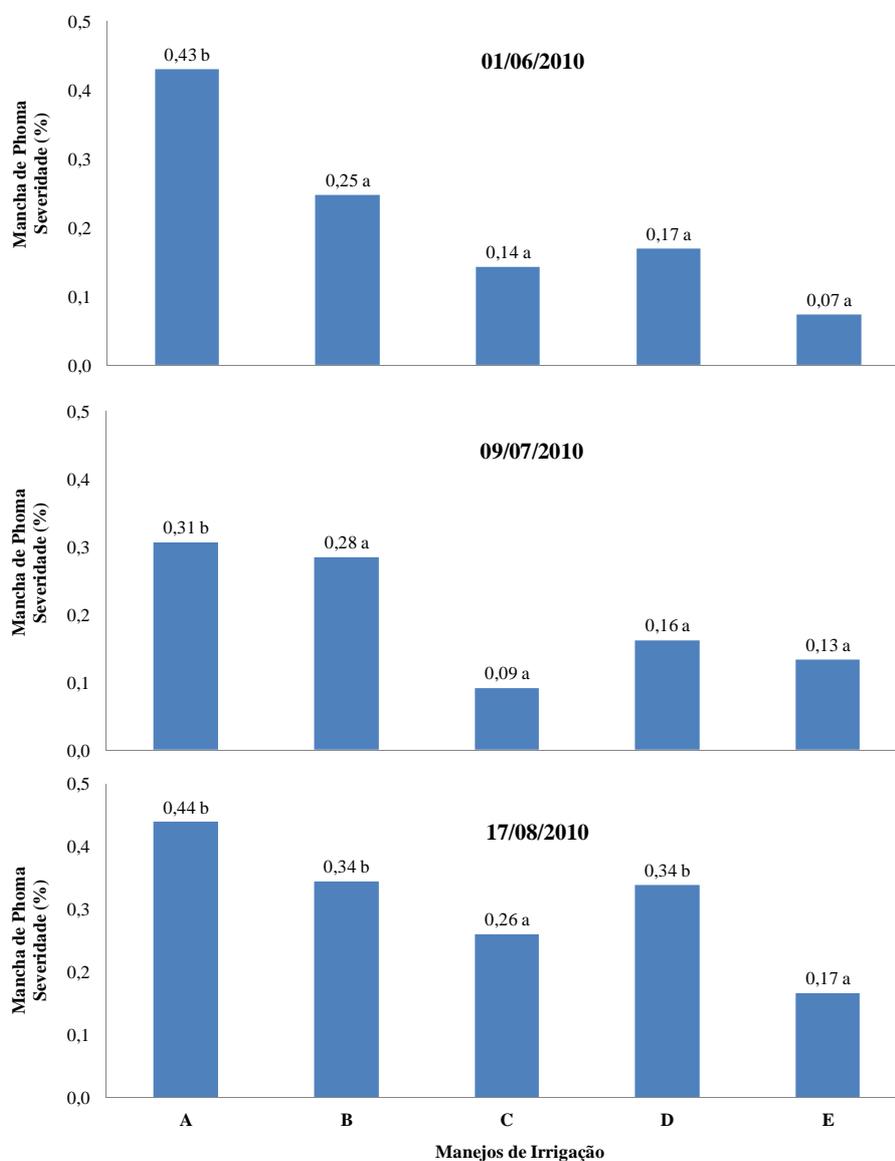


Figura 19 Severidade (%) da Mancha de Phoma nos diferentes manejos de irrigação, referente às datas 01/06/2010, 09/07/2010 e 17/08/2010

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA; (E) abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA.

Para o ano agrícola 2010/2011, não houve interação significativa entre a época de avaliação e os manejos de irrigação (Tabela 7). Também não houve influência significativa, isoladamente, entre a severidade da doença nos manejos de irrigação (Figura 20), corroborando novamente a necessidade de a avaliação contínua da doença e da interação entre o ambiente, o hospedeiro e o patógeno, necessariamente, serem favoráveis ao processo da doença.

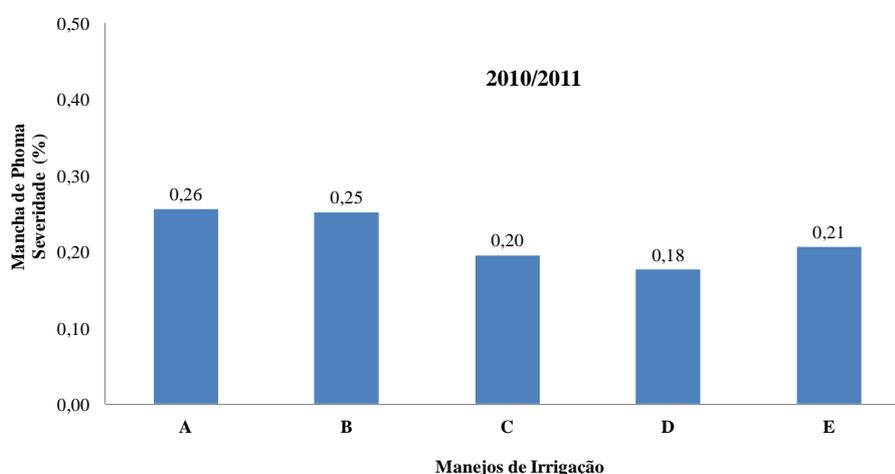


Figura 20 Severidade (%) da Mancha de Phoma nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2010/2011

Também houve diferença significativa ($P < 0,05$) na interação entre a face de exposição da planta e a época de avaliação, em relação à severidade, para os dois anos avaliados (Tabela 6 e Tabela 7). Na Figura 21, é possível observar o comportamento da severidade da doença nas duas faces, nas diferentes épocas de avaliação. No primeiro ano agrícola (2009/2010), essa interação apenas ocorreu nos meses de outubro/2009, junho/2010 e julho/2010, período em que, na face de exposição voltada para o sul, ocorria maior severidade da doença (Figura 22). Entretanto, no segundo ano agrícola (2010/2011), a interação na severidade da

Mancha de Phoma nas duas faces de exposição da planta ocorreu em abril e agosto, registrando-se, na face norte, maior índice da doença (0,756% e 0,454%) quando comparada à face sul (0,224% e 0,217%) (Figura 23). De forma semelhante ocorreu para a incidência da doença.

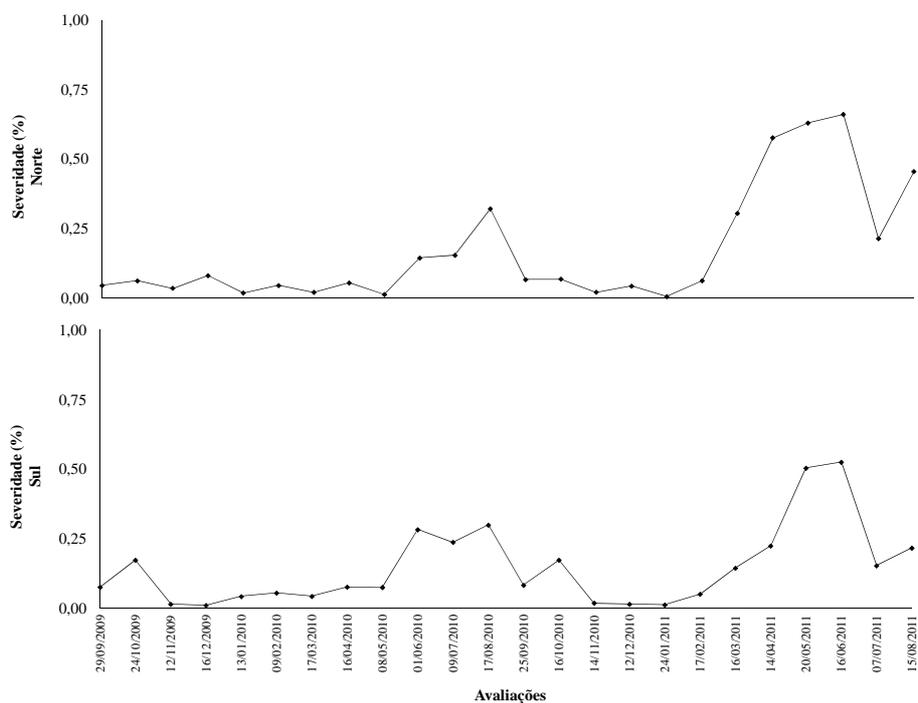


Figura 21 Curva de progresso para a severidade da Mancha de Phoma (face norte, face sul), período de setembro de 2009 a agosto de 2011

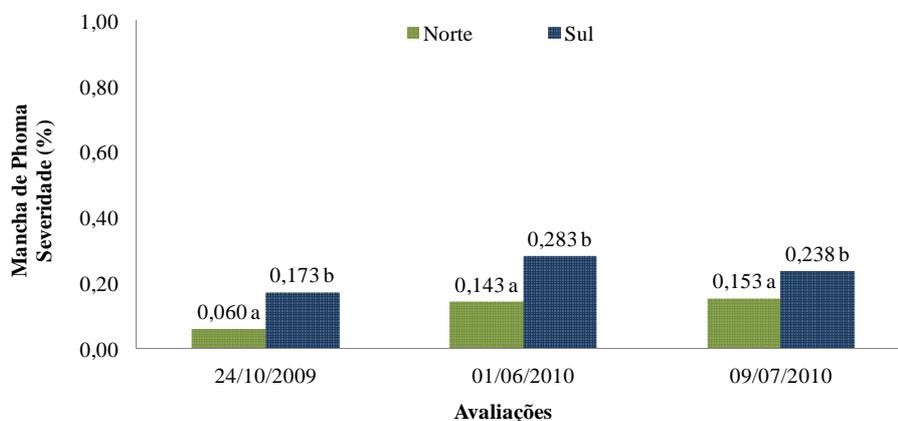


Figura 22 Severidade (%) da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, localizados em cada face de exposição da planta (norte e sul), referente às avaliações em 24/10/2009, 01/06/2010 e 09/07/2010

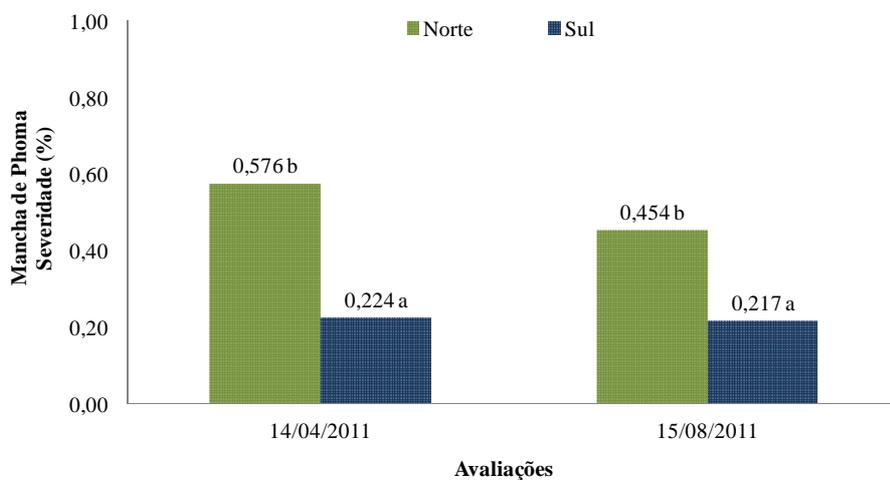


Figura 23 Severidade (%) da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro, localizadas em cada face de exposição da planta (norte e sul), referente às avaliações em 14/04/2011 e 15/08/2011

Observa-se que a severidade da doença nas faces de exposição da planta não se comportou de forma homogênea, pois, no ano 2009/2010, a maior

severidade ocorreu na face sul, Já para o segundo ano (2010/2011), o comportamento da doença ocorreu de forma contrária, ou seja, na face norte ocorreu maior incidência. Custódio et al. (2010), avaliando a intensidade da ferrugem e da cercosporiose quanto à face de exposição, observou que o sombreamento com a menor exposição à radiação solar favoreceu a intensidade da ferrugem, nos dois anos agrícolas avaliados. Esse resultado demonstra que existe um favorecimento da face sul ao patógeno (*Hemileia vastatrix*) no desenvolvimento da ferrugem.

Porém, no presente experimento, não foi possível observar o favorecimento da face ao desenvolvimento da severidade da Mancha de Phoma (*Phoma tarda*), pois as diferenças significativas não se comportaram de forma semelhante para os dois anos avaliados. Sendo assim, para a agressividade dessa doença, assim como para a incidência, outros fatores, como temperatura, umidade, molhamento foliar e ventos, também podem ser mais determinantes, conforme já citado por Chalfoun e Carvalho (2008), Salgado et al. (2009) e Lima et al. (2010).

4.2.1 Área abaixo da curva do progresso para a severidade da doença (AACPDS) no ano agrícola 2009/2010

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os diferentes manejos de irrigação e a face de exposição da planta para a severidade da AACPD da Mancha de Phoma em folhas de cafeeiro (Tabela 8). O comportamento dos resultados da interação entre as faces de exposição com os manejos da irrigação estão representados na Figura 24. Entretanto, a AACPDS média variou de 15,00 a 32,03 (Figura 25). Apesar de não ocorrer diferença significativa ($P > 0,05$) para os diferentes manejos, foi possível observar que existe uma possível tendência de, no manejo sem irrigação e no B, ocorrerem maiores AACPDS. Houve

diferença significativa, comparando-se a face de exposição, isoladamente, ocorrendo maior AACPDS na face de exposição da planta voltada para o hemisfério sul, registrando 26,77 (Figura 26).

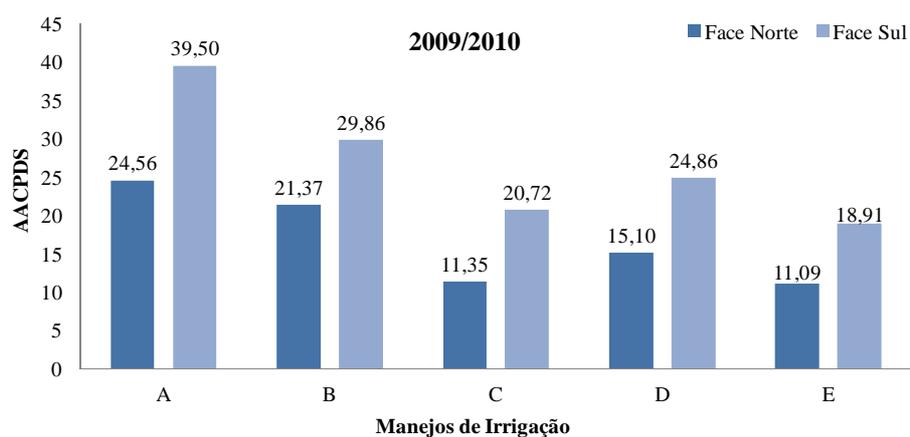


Figura 24 Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDS) da Mancha de Phoma, nas faces de exposição norte e sul, sobre os diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2009/2010

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. Abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA. (E) abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA. UFLA, Lavras, MG, 2012.

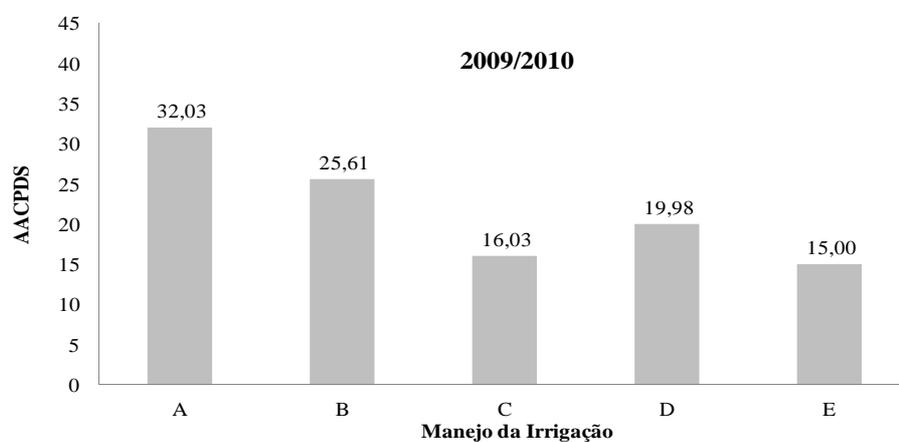


Figura 25 Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AAPDS) da Mancha de Phoma, nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano agrícola 2009/2010

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. Abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA. (E) abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA. UFLA, Lavras, MG, 2012.

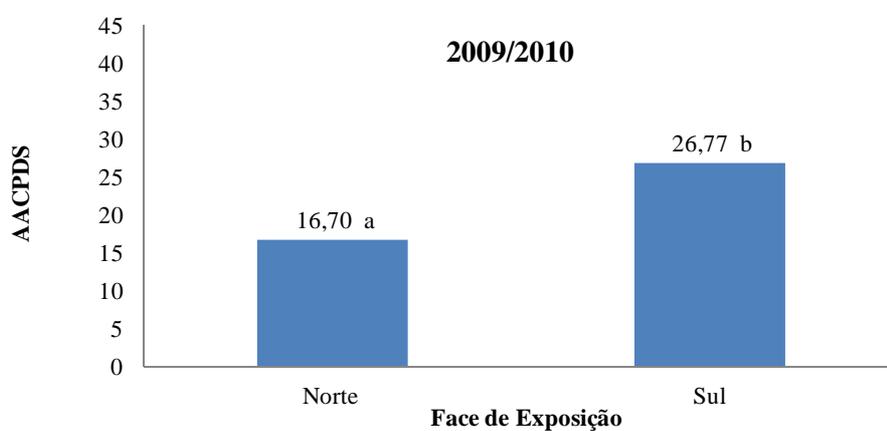


Figura 26 Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AAPDS) da Mancha de Phoma, em relação à face de exposição (norte e sul), referente ao ano agrícola 2009/2010

4.2.2 AACPDS 2010/2011

Para a AACPDS, não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os diferentes manejos de irrigação e a face de exposição da planta (Tabela 9). O comportamento dos resultados da interação entre as faces de exposição com os manejos da irrigação estão representados na Figura 27. Entretanto, a AACPDS média variou de 89,35 a 141,29 (Figura 28). Apesar de não ocorrer diferença significativa ($p>0,05$) para os diferentes manejos, foi possível observar que existe uma possível tendência de, no manejo sem irrigação e no B, ocorrerem maiores AACPDS. Comparando-se a face de exposição, constata-se que houve diferença significativa isoladamente, ocorrendo maior AACPDS na face de exposição da planta voltada para o hemisfério norte, registrando 26,77 (Figura 29).

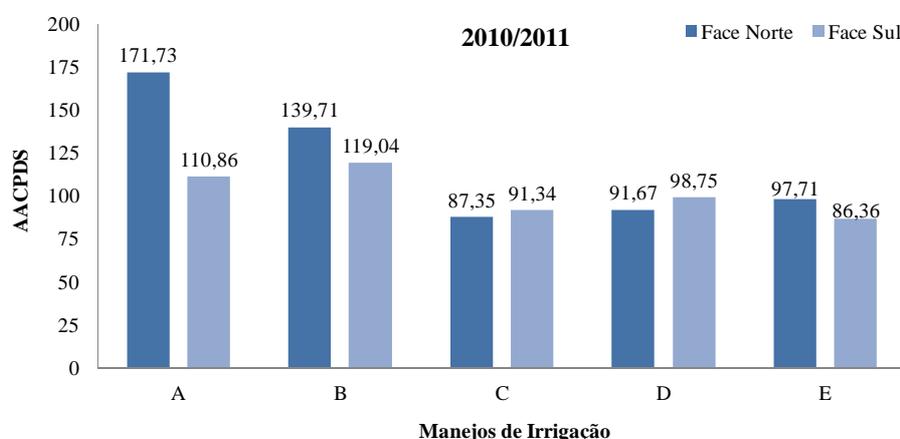


Figura 27 Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDS) da Mancha de Phoma, nas faces de exposição norte e sul, sobre os diferentes manejos de irrigação, referente ao ano 2010/2011

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) = jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. Abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA. (E) = abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA.

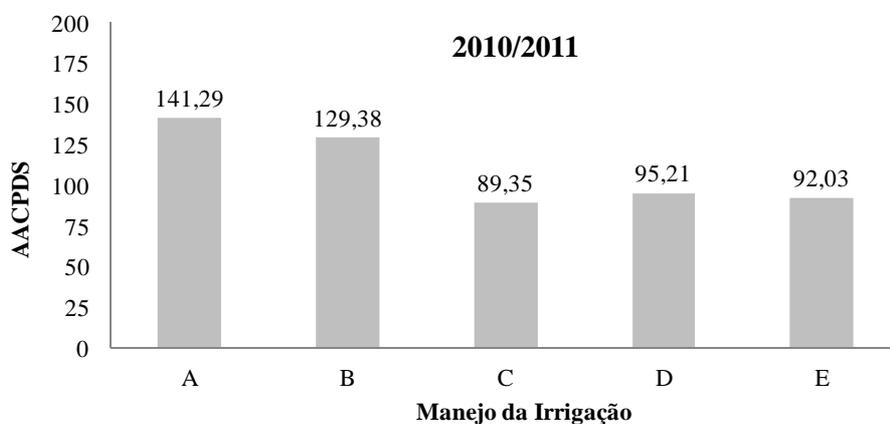


Figura 28 Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDs) da Mancha de Phoma, nos diferentes manejos de irrigação, referente ao ano agrícola 2009/2010

Nota: (A) não irrigado; (B) água disponível no solo (ADS) = 25% da disponibilidade total de água (DTA); (C) ADS = 75% da DTA; (D) jan/fev/mar/jul/out/nov/dez quando ADS = 75% da DTA. Abr/mai/jun/ago/set ADS = 25% DTA. (E) abr/mai/jun/ago/set ADS = 75% DTA.

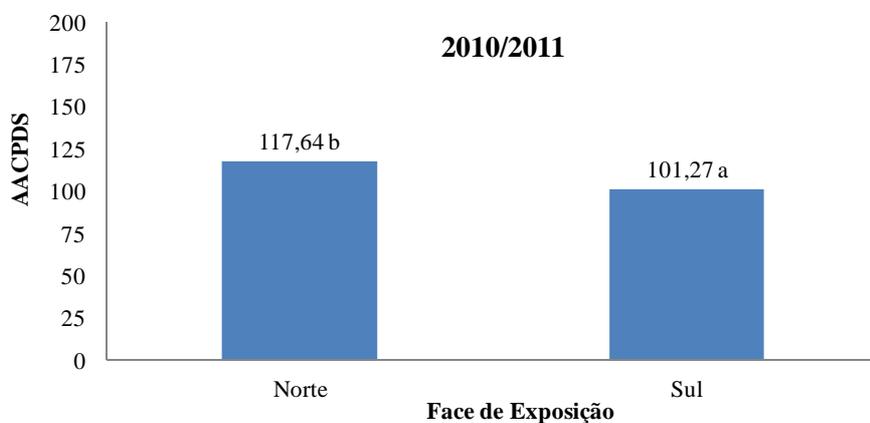


Figura 29 Área abaixo da curva do progresso da doença para a severidade (AACPDs) da Mancha de Phoma, em relação à face de exposição (norte e sul), referente ao ano agrícola 2009/2010

As AACPD para a incidência e a severidade foram semelhantes, observando-se que os maiores índices ocorreram onde não houve irrigação e onde houve manejo da irrigação com menor reposição de água (Manejo B). Esses são os manejos em que a planta sofre maior estresse. Possivelmente, esse estresse, associado à falta de absorção adequada de nutrientes, favoreceu a suscetibilidade da planta ao patógeno. Isso indica que plantas que receberam a irrigação em melhor distribuição ficaram mais tolerantes ao ataque de doenças.

Esses resultados estão de acordo com os de outros trabalhos já realizados, nos quais há relatos da irrigação e da nutrição mineral da planta na intensidade de doenças. Paiva (2008) relatou maior intensidade de ferrugem e cercosporiose em plantas não irrigadas e em sistemas convencionais. Lima et al. (2010), estudando a influência de N e K na Mancha de Phoma, observaram que a relação desequilibrada desses nutrientes favorece a infecção do patógeno na planta de café, assim como promove maiores AACPD para incidência e severidade.

Sendo assim, ficou evidente que o manejo da irrigação afetou o progresso tanto da incidência quanto da severidade da doença.

5 CONCLUSÕES

Nas condições do experimento realizado, o manejo sem irrigação e o manejo com pouca reposição de água (irrigação quando o teor da água disponível no solo atingisse 25% da disponibilidade total de água), ou seja, quando a planta está exposta a maiores condições de estresse, promoveram maiores intensidades da Mancha de Phoma, conseqüentemente também elevando a AACPD.

Houve maior incidência e severidade da doença no ano agrícola 2010/2011.

A maior intensidade da doença ocorre nos meses de abril a agosto.

A maior intensidade da Mancha de Phoma ocorreu nos meses com menores temperaturas e pluviosidade.

As maiores intensidades da doença foram observadas quando ocorreu temperatura média entre 16 °C a 19 °C , mesmo com pluviosidade abaixo de 31 mm de média mensal.

Ocorreu diferença na intensidade da doença quanto à face de exposição. O comportamento foi diferente, dependendo do ano agrícola. No ano 2009/2010 ocorreram maior incidência e severidade da doença na face sul (3,4% e 0,08%) do que na norte (2,4% e 0,11%) e, no ano 2010/2011, na face norte, ocorreram maior incidência (4,7%) e severidade (0,25%) do que na face sul (4,4% e 0,18%).

REFERÊNCIAS

- 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.
- BREGAGLIO, S. et al. Multi metric evaluation of leaf wetness models for large-area application of plant disease models. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 151, n. 9, p. 1163-1172, 2011.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. J. Wiley, 1990.
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of coffee. **Experimental Agriculture**, v. 37, p. 1-36, 2001.
- CARVALHO, V. L. et al. Influência do zinco na incidência de doenças do cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 804-808, 2008.
- 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.
- CESANELLI, A.; GUARRACINO, L. Numerical modeling of actual evapotranspiration of a coffee crop. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 4, p. 395-399, 2011.
- CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L. de. Complexo seca-de-ponteiros em cafeeiros. In: NÚCLEO DE ESTUDOS EM FITOPATOLOGIA. **Manejo fitossanitário da cultura do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 2008. p. 95-104.
- CHRISTIANO, R. S. C. et al. Modelling the progress of Asiatic citrus canker on Tahiti lime in relation to temperature and leaf wetness. **European Journal of Plant Pathology**, v. 124, n.1, p. 1-7, 2009.
- 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, 2009.

CUSTÓDIO, A. A. de P. et al. Incidência do bicho-mineiro do cafeeiro em lavoura irrigada sob pivô central. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 16-26, jan./jun. 2009.

CUSTÓDIO, A. A. de P. et al. Intensidade da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro quanto à face de exposição das plantas. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 214-228, set./dez. 2010.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 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.

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

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

GENTA, W. et al. Downy mildew management in protected cultivation of table grapes 'BRS Clara'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1388-1395, 2010.

GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. DE P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 564-570, 2007.

GRANER, E. A.; GODOY JÚNIOR, C. **Manual do cafeicultor**. São Paulo: USP, 1967. 320 p.

HUBER, D. M.; THOMPSON, I. A. Nitrogen and plant disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). **Mineral nutrition and plant disease**. Saint Paul: APS, 2007. p. 31-44.

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

LADERACH, P. et al. Systematic agronomic farm management for improved coffee quality. **Field Crops Research**, v. 120, n. 3, p. 321-329, 2011.

LASHERMES, P. et al. Analysis of alien introgression in coffee tree (*Coffea arabica* L.). **Molecular Breeding**, v. 27, n.2, p. 223-232, 2011.

LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. P.; GOMES, N. M. Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1832-1842, 2008.

LIMA, L. M. **Variabilidade especial da Mancha de Phoma relacionada à nutrição do cafeeiro e incidência da cercosporiose na qualidade do café**. 2009. 102 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LIMA, L. M. et al. Relationship between nitrogen/potassium with *Phoma* spot and nutrition of coffee seedlings cultivated in nutrient solution. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 4, p. 223-228, 2010.

MARSCHNER, H. **Relationship between mineral nutrition and plant diseases and pests**. 2. ed. London: Academic, 1995. Cap. 11, p. 436-460.

MASARIRAMBI, M. T.; CHINGWARA, V.; SHONGWE, V. D. The effect of irrigation on synchronization of coffee (*Coffea arabica* L.) flowering and berry ripening at Chipinge, Zimbabwe. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 34, p. 786-789, 2009.

MEIRELES, D. F. de; CARVALHO, J. de A.; MORAES, J. C. Avaliação da infestação do Bicho-Mineiro e do crescimento do cafeeiro submetido a diferentes níveis de déficit hídrico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 371-374, mar./abr. 2001.

NOVAES, P.; SOUZA, J. P.; PRADO, C. Grafting for improving net photosynthesis of coffee arabica in field in southeast of Brazil. **Experimental Agriculture**, v. 47, n. 1, p. 53-68, 2011.

OLIVEIRA, E. L. et al. Economic viability and management of drip irrigation in "Acaia" coffee plants for six harvests. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n.5, p. 887-896, 2010.

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.

PAIVA, B. R. T. L. et al. Progress of rust in coffee plants in various densities of cultivation in irrigated planting after pruning. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 137-143, 2011.

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. **Semiologia do cafeeiro**: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas. Lavras: UFLA, 2010. p. 69-101.

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. 91 p. (IAC. Documento, 80).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ, V. H. V. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

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.; PALT, 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, p. 422-427, 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 Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: EMBRAPA. 2000. p. 183 - 186,

SANTOS, E. A. et al. Spatial variability of leaf wetness duration in cotton, coffee and banana crop canopies. **Scientia Agrícola**, v. 65, 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.

SCHMITZ, H. F.; GRANT, R. H. Precipitation and dew in a soybean canopy: Spatial variations in leaf wetness and implications for *Phakopsora pachyrhizi* infection. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, n. 10, p. 1621-1627, 2009.

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

SILVA, C. A.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de. Productivity and yield of coffee plant under irrigation levels. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 43, n.3, p. 387-394, 2008.

SOBREIRA, F. M. et al. Nitrogen and potassium fertigation in coffee at the formation phase, with high plant density. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 9-16, 2011.

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

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

VASCO, G. B. **Intensidade da Mancha de Phoma em função da densidade de plantio e manejo de irrigação em cafeeiro.** 2012. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

WARD, H. M. Research on the life history of *Hemileiavastatrix*, the fungus of the coffee leaf disease. **Journal of the Linnean Society - Botany**, London, v. 12, p. 299-335, 1882.

ANEXOS

ANEXO A - TABELAS

Tabela 1 Resumo da análise de variância sobre a incidência da Mancha de Phoma em folhas, em função da época, do manejo de irrigação no terço médio e da face de exposição da planta e da interação entre eles, no ano agrícola de 2009/2010

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Época	11	19,841616	60,997	0,0000*
Manejo	4	1,774324	5,455	0,0003*
Face	1	8,332089	25,614	0,0000*
Época x manejo	44	0,469057	1,442	0,0396*
Época x face	11	1,287617	3,958	0,0000*
Manejo x face	4	0,543497	1,671	0,1562 ^{NS}
Época x manejo x face	44	0,323440	0,994	0,4865 ^{NS}
Resíduo	360	0,325288		
C.V. (%)	32,71			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

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

Tabela 2 Resumo da análise de variância sobre a incidência da Mancha de Phoma em folhas, em função da época, do manejo de irrigação no terço médio e da face de exposição da planta e da interação entre eles, no ano agrícola de 2010/2011

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Época	11	24,223249	43,887	0,0000*
Manejo	4	1,465493	2,655	0,0329*
Face	1	0,461622	0,836	0,3611 ^{NS}
Época x manejo	44	0,550207	0,997	0,4820 ^{NS}
Época x face	11	1,150983	2,085	0,0207*
Manejo x face	4	0,267639	0,485	0,7468 ^{NS}
Época x manejo x face	44	0,376463	0,682	0,9393 ^{NS}
Resíduo	360	0,551948		
C.V. (%)	35,39			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

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

Tabela 3 Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da Mancha de Phoma para a incidência (AACPDI), em função do manejo de irrigação e da face de exposição da planta e da interação entre ambos, no ano agrícola de 2009/2010

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Manejo	4	107,388882	3,561	0,0186*
Face	1	555,742955	18,426	0,0002*
Manejo x face	4	19,326367	0,641	0,6380 ^{NS}
Bloco	3	27,095651	0,898	0,4548 ^{NS}
Resíduo	27	30,160372		
C.V. (%)	24,08			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

Tabela 4 Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da Mancha de Phoma para a incidência (AACPDI), em função do manejo de irrigação e da face de exposição da planta e da interação entre ambos, no ano agrícola de 2010/2011

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Manejo	4	58,232664	1,020	0,4148 ^{NS}
Face	1	16,192435	0,284	0,5987 ^{NS}
Manejo x face	4	11,740260	0,206	0,9331 ^{NS}
Bloco	3	21,413306	0,375	0,7717 ^{NS}
Resíduo	27	57,103516		
C.V. (%)	20,37			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

Tabela 5 Resumo da análise de variância sobre a incidência da Mancha de Phoma em folhas, em função do manejo de irrigação no terço médio, das safras (2009/2010 e 2010/2011) e da interação entre ambos

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Manejo	4	2,761340	2,862	0,0225*
Safra	1	30,353237	31,455	0,0000*
Manejo x safra	4	0,478476	0,496	0,7388 ^{NS}
Bloco	3	0,403308	0,418	0,7391 ^{NS}
Resíduo	947	0,964962		
C.V. (%)	51,13			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

Tabela 6 Resumo da análise de variância sobre a severidade da Mancha de Phoma em folhas, em função da época, do manejo de irrigação no terço médio e da face de exposição da planta e da interação entre eles, no ano agrícola de 2009/2010

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Época	11	0,070368	18,864	0,0000*
Manejo	4	0,013229	3,547	0,0075*
Face	1	0,028478	7,634	0,0060*
Época x manejo	44	0,006054	1,623	0,0098*
Época x face	11	0,006950	1,863	0,0430*
Manejo x face	4	0,000453	0,121	0,9748 ^{NS}
Época x manejo x face	44	0,002893	0,775	0,8480 ^{NS}
Bloco	3	0,013970	3,745	0,0113*
Resíduo	357	0,003730		
C.V. (%)	5,84			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

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

Tabela 7 Resumo da análise de variância sobre a severidade da Mancha de Phoma em folhas, em função da época, do manejo de irrigação no terço médio e da face de exposição da planta e da interação entre eles, no ano agrícola de 2010/2011

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Época	11	0,311665	24,927	0,0000*
Manejo	4	0,019987	1,599	0,1741 ^{NS}
Face	1	0,114881	9,188	0,0026*
Época x manejo	44	0,012721	1,017	0,4461 ^{NS}
Época x face	11	0,024977	1,998	0,0277*
Manejo x face	4	0,021050	1,684	0,9748 ^{NS}
Época x manejo x face	44	0,008854	0,708	0,8480 ^{NS}
Bloco	3	0,015239	1,219	0,3027 ^{NS}
Resíduo	357	0,012503		
C.V. (%)	10,22			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

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

Tabela 8 Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da Mancha de Phoma para a severidade (AACPDS), em função do manejo de irrigação e da face de exposição da planta e da interação entre ambos, no ano agrícola de 2009/2010

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Manejo	4	3,428771	1,573	0,2100 ^{NS}
Face	1	14,021233	6,433	0,0173*
Manejo x face	4	0,143099	0,066	0,9916 ^{NS}
Bloco	3	4,676680	2,146	0,1178 ^{NS}
Resíduo	27	2,179722		
C.V. (%)	32,85			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

Tabela 9 Resumo da análise de variância sobre a área abaixo da curva de progresso da Mancha de Phoma para a severidade (AACPDS), em função do manejo de irrigação e da face de exposição da planta e da interação entre ambos, no ano agrícola de 2010/2011

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Manejo	4	4,457688	1,056	0,3971 ^{NS}
Face	1	22,015471	5,217	0,0305*
Manejo x face	4	3,741468	0,887	0,4852 ^{NS}
Bloco	3	4,179664	0,990	0,4121 ^{NS}
Resíduo	27	4,219936		
C.V. (%)	25,12			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.

Tabela 10 Resumo da análise de variância sobre a severidade da Mancha de Phoma em folhas, em função do manejo de irrigação no terço médio, safras (2009/2010 e 2010/2011) e da interação entre ambos

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F	Pr>F
Manejo	4	0,029526	2,344	0,0531
Safra	1	0,577230	45,824	0,0000*
Manejo x safra	4	0,003690	0,293	0,8827 ^{NS}
Bloco	3	0,026578	2,110	0,0974 ^{NS}
Resíduo	947	0,012597		
C.V. (%)	10,49			

Dados transformados pela equação: $\sqrt{X+1}$

^{NS} não significativo.