

RAMÓN SILVA ACUÑA

EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM  
(*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) DO CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.)

Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Fitopatologia,  
para Obtenção do Título de *Doctor  
Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
FEVEREIRO - 1996

A Zeylamar, Tomas e Maria Alejandra, minha família.

A meus pais, Ramón e Imeris, por dar-me a vida e condições de viver.

A meus irmãos, Annie, Francisco, Angel, Victor e Maria Teresa.

A Daniel David, meu afilhado.

## AGRADECIMENTO

Ao Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, à Fundación “Gran Mariscal de Ayacucho” da Venezuela, à Universidade Federal de Viçosa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela oportunidade de realizar esse curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG), especificamente à equipe técnica da Fazenda Experimental de Patrocínio e ao senhor José Moreira de Souza, por permitir que suas plantações de café fossem usadas para condução dos experimentos de campo.

Ao Professor Laércio Zambolim, pela orientação durante o curso, execução do trabalho e grata amizade.

Aos Professores Cosme Damião Cruz, Francisco Xavier Ribeiro do Vale, Victor Hugo Alvarez Venegas e Luiz Antônio Maffia, pelos ensinamentos, pelas críticas e sugestões durante a realização do trabalho.

À Cruz Josefina Esculpi e Esperanza Lucena, amigas que me apoiaram para que fosse possível consolidar o desejo de realizar este curso.

Aos amigos Sandra e Edgar (Tito), pela sua inestimável ajuda, pelo companheirismo e pelas atenções em todos os momentos de convívio.

Aos amigos Hércio Costa e José Clério Rezende Pereira, pela amizade, colaboração e experiência compartilhada.

A Eugenio e Cecilia, Carlos e Elizabeth, Javier e Janet, Rafael e Lesbia, Ronald e Martha, Adrian e Martin, pelo agradável e alegre convívio.

Aos colegas Maria Eunice, Sami, Becker, Antônio Alves Pereira, Stella Dalva, pelo companheirismo.

À Cláudia Alencar Vanetti, pela sua valiosa colaboração na fase final deste trabalho e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia, especialmente a Antônio Joaquim Macabeu e José Carlos Batista, pela sua ajuda na condução dos experimentos em campo e casa-de-vegetação; e ao José Cláudio Torres, pela iniciação do uso da informática.

## BIOGRAFIA

Ramón Silva Acuña, filho de Ramón Silva Marquez e Imeris Acuña de Silva, nasceu em Caripe, Estado Monagas, Venezuela.

Concluiu o curso primário no Grupo Escolar Abraham Lincoln, na cidade de Caripe, e o curso científico no Liceo Militar Gran Mariscal de Ayacucho, na cidade de Caracas, em julho de 1973.

Em 1975, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, obtendo o título de Engenheiro-Agrônomo em julho de 1979.

De maio de 1980 a julho de 1982, trabalhou no Fondo Nacional del Café, na Venezuela, atuando como chefe do Setor Cafeeiro de Caripe, Estado Monagas, e Coordenador da Campanha de Prevenção da Ferrugem do Cafeeiro na Região Leste da Venezuela.

Em agosto de 1982, iniciou o curso de Mestrado em Fitopatologia na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em dezembro de 1985.

Durante o ano de 1985, continuou prestando seus serviços ao Fondo Nacional del Café e, desde 1986, trabalha no Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Táchira, na cidade de Bramón, Venezuela, como Pesquisador Científico III.

Entre 1986 e 1991, desenvolveu pesquisas nas áreas de epidemiologia e controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) e da vassoura-de-bruxa do cacauero [*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer], vinculadas a projetos internacionais com a Junta de Acuerdo de Cartagena (JUNAC) e Organização Internacional do Cacao e Chocolate (OICC), respectivamente.

Em novembro de 1991, iniciou o curso de Doutorado em Fitopatologia na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, concluindo-o em fevereiro de 1996.

## CONTEÚDO

EXTRATO .....	x
ABSTRACT .....	xii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
CAPÍTULO 1 .....	3
ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DA FERRUGEM DO CAFEEIRO ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br.) UTILIZANDO A ANÁLISE DE TRILHA .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	7
3. RESULTADOS .....	12
3.1. Ensaio de Epidemiologia da Ferrugem do Cafeeiro em Teixeira, Região da Zona da Mata de Minas Gerais .....	12
3.1.1. Ajustamento de Modelos para os Dados de Doença .....	12
3.1.2. Análise de Correlação .....	12
3.1.3. Análise de Multicolinearidade .....	15
3.1.4. Análise de Trilha .....	16
3.1.4.1. Teixeira (1992) .....	16

3.1.4.2. Teixeira (1993) .....	21
3.1.4.3. Teixeira (1994) .....	21
3.2. Ensaio de Epidemiologia da Ferrugem do Cafeeiro em Patrocínio, Região do Cerrado, Alto Paranaíba, Minas Gerais .....	27
3.2.1. Patrocínio (1992) .....	27
3.2.2. Patrocínio (1993) .....	30
3.2.3. Patrocínio (1994) .....	34
4. DISCUSSÃO .....	41
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
CAPÍTULO 2 .....	54
ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEEIRO ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br.) PELA APLICAÇÃO DE FUNGICIDA SISTÊMICO E PROTETOR .....	54
1. INTRODUÇÃO .....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	58
3. RESULTADOS .....	64
3.1. Ensaio de Controle Químico da Ferrugem do Cafeeiro, em Teixeiras, Região da Zona da Mata de Minas Gerais .....	64
3.1.1. Ciclo de 1991/1992 .....	64
3.1.2. Ciclo de 1992/1993 .....	69
3.1.3. Ciclo de 1993/1994 .....	78
3.2. Ensaio de Controle Químico da Ferrugem do Cafeeiro, em Patrocínio, Região do Cerrado, Alto Parnaíba, Minas Gerais .....	85
3.2.1. Ciclo de 1991/1992 .....	85
3.2.2. Ciclo de 1992/1993 .....	89
3.2.3. Ciclo de 1993/1994 .....	97
4. DISCUSSÃO .....	105



5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	117
CAPÍTULO 3 .....	121
CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEEIRO ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br.) COM FUNGICIDA APLICADO NO SOLO SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE .....	121
1. INTRODUÇÃO .....	121
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	123
3. RESULTADOS .....	126
4. DISCUSSÃO .....	133
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	136
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	138

## EXTRATO

SILVA ACUÑA, R., D.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 1996. Epidemiologia e Controle Químico da Ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Professor Orientador: Laércio Zambolim. Conselheiros: Geraldo Martins Chaves e Francisco Xavier Ribeiro do Vale.

No estudo da epidemia da ferrugem do cafeeiro, empregando a análise de trilha, de 1992 a 1994, em Teixeiras e Patrocínio, localidades do Estado de Minas Gerais, as variáveis climáticas temperatura entre 21 e 26°C, precipitação pluviométrica e molhamento foliar noturno foram as mais importantes, porém a precipitação pluviométrica, em Patrocínio, não foi variável explicativa. Em 1993, a doença não evoluiu em Teixeiras, em razão da baixa carga pendente; em Patrocínio, as variáveis climáticas estudadas não explicaram o aumento da doença. No controle da ferrugem, o fungicida oxiclureto de cobre foi mais eficiente que os fungicidas sistêmicos em Teixeiras, no ano agrícola 1991/1992. Resultados semelhantes foram obtidos em 1992/1993 e 1993/1994, quando foi usado o fungicida cúprico, pulverizado em quatro ocasiões (dezembro a março). Em Patrocínio, nos anos agrícolas 1991/1992 e 1992/1993, os fungicidas sistêmicos foram mais eficientes que os cúpricos, entretanto os tratamentos com o cúprico apresentaram maiores rendimentos. No ciclo de 1993/1994, os

tratamentos com o cúprico não foram eficientes. A dose de 0,72 kg/ha de triadimenol 6 GR foi a mais eficiente nas duas localidades, nos ciclos de 1991/1992 e 1993/1994. Não houve resposta na produção para as doses entre 0,24 e 0,72 kg/ha. O tratamento triadimenol + dissulfoton foi o melhor no controle da doença e no rendimento. A redução da dose para o valor comercialmente recomendado, no terceiro ano não afetou o controle da doença. A umidade do solo não limitou a efetividade do tratamento triadimenol + dissulfoton no controle da ferrugem do cafeeiro.

## ABSTRACT

SILVA ACUÑA, R., D.S. Universidade Federal de Viçosa, February, 1996.  
Epidemiology and Chemical Control of Coffee Leaf Rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Adviser: Laércio Zambolim. Committee Members: Geraldo Martins Chaves e Francisco Xavier Ribeiro do Vale.

The epidemiology of coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) occurring at coffee growing areas in the municipalities of Teixeiras and Patrocínio, state of Minas Gerais, was studied between 1992 and 1994. Path analysis of the data indicated that temperature (between 21-26 °C), rainfall and dew period were the most important factors determining the infection rate at Teixeiras whereas only rainfall was not an important factor at Patrocínio. During 1993 the disease did not increase in Teixeiras due to low yielding whereas in Patrocínio an increase of the disease was observed but the variables studied did not explain it. Studies on chemical control indicated that copper oxychloride was more efficient than systemic fungicide during the crop season 1991/1992 in Teixeiras and the same result was obtained in 1992/1993 and 1993/1994 with the use of monthly copper fungicide sprays from December to March (totalling four sprays). In Patrocínio (crop season 1991/1992 and 1992/1993) the systemic fungicide was more efficient than the copper fungicide and this treatment

increased the productivity. Copper fungicide treatment was not efficient during the 1993/1994 crop season in Patrocínio. When triadimenol 6 GR was applied to the soil at both places, a dose 0.72 kg/ha was the most efficient. There was no response in term of yield when triadimenol was applied to the soil at a dose of 0.24 to 0.72 kg/ha. The triadimenol + dissulfoton gave the best result in terms of the yield obtained and disease control, in both places. The reduction in the dosage of triadimenol + dissulfoton to the value commercially indicated in the third year did not affect the level of disease control. The soil humidity did not affect the effectivity of triadimenol + dissulfoton in controlling coffee leaf rust.

## INTRODUÇÃO GERAL

A constante evolução do conhecimento científico aplicado à agricultura, ao longo dos anos, tem gerado grande volume de informação e, conseqüentemente, sua aplicação tem-se tornado instrumento de desenvolvimento, aumentando os rendimentos das culturas e diminuindo, gradativamente, os custos de produção. Essa evolução tecnológica **no** controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) permite, atualmente, a substituição de quatro pulverizações foliares do fungicida oxicloretó de cobre 50 PM por **uma** ímica aplicação, no solo, do fungicida sistêmico triadimenol + dissulfoton, que promove o controle tanto **da** doença quanto do bicho-mineiro (*Perileucoptera coffeella* Guerin-Meneville).

**Ainda** que no Brasil tenham sido feitos inúmeros trabalhos visando estudar a epidemiologia e o controle químico da ferrugem do cafeeiro, muitos aspectos necessitam, ainda, ser pesquisados. Dentre eles, destaca-se a aplicação **da** análise de trilha nos estudos epidemiológicos da ferrugem. **A** análise de trilha tem, sobre as demais análises de regressão múltipla, a vantagem de permitir estudar as relações entre as diferentes variáveis climáticas e biológicas em relação à taxa de infecção da doença, indicando as de maiores relevâncias, **entre** as quais não devem existir problemas de multicolinearidade. Por sua vez, o diagnóstico do grau de multicolinearidade das variáveis independentes permite

quantificá-lo e identificar a(s) variável(eis) envolvida(s) e excluí-la(s) da análise. Quanto ao controle da ferrugem com fungicidas, ainda não foram realizados **estudos** visando avaliar estratégias de aplicação que permitam reduzir o número de aplicações e, ou, aproveitar o efeito residual do fungicida, que redundariam em benefícios tanto de natureza econômica quanto para o meio ambiente e, como consequência, haveria diminuição de resíduos tóxicos na planta, no solo e nas águas subterrâneas. Essa possibilidade **de** contaminação é possível quando se utilizam **fungicidas** granulados aplicados no solo, como o triadimenol + dissulfoton.

Os ensaios foram conduzidos em duas regiões geográficas, com condições climáticas distintas, visando avaliar a influência das diferentes variáveis climáticas no desenvolvimento da epidemia, se elas **seriam** explicativas para a epidemia em ambas as localidades, bem como a eficiência do fungicida protetor e do sistêmico no controle da doença. **Em razão** do exposto, foram realizados ensaios epidemiológicos e estudos de controle da ferrugem do cafeeiro **nas** localidades de Teixeira e Viçosa, Zona da Mata, e em Patrocínio, Região do Cerrado do Estado de Minas Gerais, durante os anos agrícolas 1991 a 1994.

Esta pesquisa está dividida em capítulos, com os seguintes objetivos: no primeiro capítulo, é estudada a periodicidade sazonal da ferrugem do cafeeiro em relação a diferentes variáveis climáticas, usando a técnica multivariada da análise **de** trilha, tendo-se analisado previamente a multicolinearidade entre as variáveis independentes; no segundo capítulo, são discutidos estratégias alternativas para o uso do fungicida cúprico, utilizando a mesma quantidade final de ingrediente ativo/ha, **mas** com números decrescentes de pulverizações, bem como a determinação da dose adequada de triadimenol 6 GR para o controle eficiente da ferrugem e o uso **de** diferentes doses de triadimenol + dissulfoton no controle da doença; e o terceiro capítulo refere-se à efetividade de triadimenol + dissulfoton aplicado no solo, em diferentes condições de umidade, sobre a severidade da ferrugem do cafeeiro.

## CAPÍTULO 1

### ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) UTILIZANDO A ANÁLISE DE TRILHA

#### 1. INTRODUÇÃO

O entendimento epidemiológico das interações patógeno-hospedeiro-ambiente geralmente permite fazer com que o controle das doenças de plantas seja econômico e eficiente. Assim, o conhecimento dos fatores que influenciam o desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro constitui um dos aspectos mais importantes para seu controle, já que os fatores climáticos envolvidos condicionam a distribuição da doença, assim como a sua incidência e severidade de ataque.

Entre os fatores microclimáticos que afetam o ciclo de vida do fungo e o desenvolvimento da doença estão a temperatura, a precipitação pluviométrica e o molhamento foliar. A temperatura atua diretamente sobre o processo de germinação e de infecção do fungo. Em condições controladas, sobre ágar, constatou-se que a temperatura ótima para germinação dos uredósporos de



*Hemileia vastatrix* foi de 22°C (Nutman & Roberts, 1963; Montoya & Chaves, 1974). Rayner (1961) verificou “in vitro”, no escuro, que a germinação iniciava-se após 2 - 3 horas, à temperatura de 19 - 20 °C; a 25 °C em 2,3 a 3,5 horas; e a 30 °C era lenta ou nula. Sobre discos de folhas, Nutman & Roberts (1963) observaram que a temperatura ótima para germinação dos uredósporos e formação de apressórios era de 21°C. Sobre folhas destacadas de ‘Catuaí Vermelho’, Akutsu (1981) concluiu que a temperatura ótima era de 23 °C. Entretanto, esse autor constatou que a máxima percentagem de germinação deu-se a 25 °C e que as temperaturas máxima e mínima, em que não ocorre nenhuma germinação, foram acima de 32,5°C e abaixo de 12,5°C. Sobre mudas de ‘Catuaí’, Montoya & Chaves (1974) verificaram que o ótimo de germinação ocorreu a 23,7°C. A infectividade dos uredósporos foi positivamente correlacionada com a percentagem de germinação nas temperaturas de 18, 20, 22, 24 e 26 °C (Montoya & Chaves, 1974). Akutsu (1981) relatou que a infecção máxima foi observada à temperatura de 24 °C, mas que a 30 °C não ocorreu nenhuma.

O período de incubação também foi afetado pela temperatura. Rayner (1961; 1972), Moraes et al. (1976), Figueiredo et al. (1977) e Kushalappa & Martins (1980) constataram que o intervalo era menor nos meses mais quentes e tornava-se mais longo nos meses mais frios. A temperatura também pode limitar o progresso da epidemia. Nesse particular, Chalfoun et al. (1973-74) e Chalfoun & Silva (1979) relatam que após a doença ter atingido seu ponto máximo em maio, no sul de Minas Gerais, as baixas temperaturas limitavam o processo de infecção de *H. vastatrix*, em função de a temperatura permanecer muitas horas abaixo dos 15°C. Este comportamento também foi constatado por Vale et al. (1988), que verificaram a influência negativa da temperatura sobre o período de incubação.

A precipitação pluviométrica participa, principalmente, da disseminação e germinação dos esporos (Burdekin, 1960; Nutman et al., 1960; Bock, 1962a) e a presença de água livre é que tem essencial importância para que ocorra a germinação (Ward, 1882, citado por Chaves et al., 1970; Rayner, 1961). Akutsu

(1981) observou que a infecção máxima dos uredósporos foi obtida com 24 horas de água livre, mas que iniciou-se com aproximadamente seis horas de água livre; assim, a distribuição e intensidade de precipitações pluviométricas condicionaram a ocorrência do ponto de máxima infecção ao final desse período (Bock, 1962b; Chalfoun et al., 1973-1974; Figueiredo et al., 1974). Chalfoun & Silva (1979) observaram que a ausência de precipitações pluviométricas após junho e julho seria uma das razões para a queda brusca do índice de infecção; entretanto, esta explicação foi contestada por Vale et al. (1988), que demonstraram ser a temperatura o fator mais limitante.

Estudos sobre a periodicidade sazonal do desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro e sua correlação com fatores biológicos (inóculo) e climáticos (temperatura, precipitação pluviométrica, molhamento) foram realizados e analisados, empregando-se a técnica de regressão múltipla (Oseguera, 1980; Kushalappa & Chaves, 1980; Kushalappa, 1980). Oseguera (1980) afirmou que, entre as variáveis estudadas, as que melhor explicaram o desenvolvimento da doença foram: a percentagem do número de folhas com ferrugem, temperatura mínima, dias de água líquida e dias favoráveis à infecção (com mais de seis horas de molhamento), umidade relativa, área e índice de área foliar com esporos, intensidade de precipitações pluviométricas e total de esporos capturados. Kushalappa & Chaves (1980) relataram que, entre as variáveis analisadas, a área foliar com esporos explicou, isoladamente, 73% da variação no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro; a precipitação pluviométrica, 69%; e ambas, juntamente com o inóculo quantificado como percentagem de área foliar com ferrugem, explicaram 90%. De modo similar, Kushalappa (1980), usando a metodologia de regressão múltipla para explicar a taxa de desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro, corrigida para a formação e queda de folhas, determinou que até um máximo de 94% da variação de taxa foi explicado pelas variáveis índice de área foliar com esporos, temperatura mínima, intensidade de precipitações pluviométricas, temperatura máxima e proporção de folhas novas, sendo 92% explicado pelas três primeiras variáveis.

Todos esses modelos anteriormente propostos, em que se empregou a análise de regressão múltipla, apresentaram limitações. Essas limitações dizem respeito, inicialmente, à relação de efeito-causa porque nesta análise o modelo é formado pela combinação dos coeficientes lineares de regressão. Além disso, a multicolinearidade entre as variáveis independentes está presente porque elas são relacionadas entre si (Butt & Royle, 1974). Para contornar esse problema, Kushalappa et al. (1983) sugeriram transformar os dados das variáveis meteorológicas em equivalentes de processo monocíclico; assim, poderia ser reduzido o número de variáveis independentes e, como consequência, evitar-se-ia a inclusão de variáveis que tivessem funções biológicas similares, diminuindo o problema da multicolinearidade. Entretanto, não foi aplicado nenhum teste [Carvalho & Cruz (no prelo)] que permitisse identificar a(s) variável(eis) envolvida(s) e quantificar esse grau de multicolinearidade, tanto nas variáveis de natureza biológica quanto nas climáticas. Além disso, Kushalappa et al. (1983) empregaram a análise de regressão múltipla, quando o mais adequado seria a utilização da análise de trilha (Li, 1975), que permite identificar as variáveis de efeito-causa dentro do modelo geral proposto, explicando a relação mais apropriada entre elas. Este autor afirmou que a análise de trilha é uma interpretação plausível das relações entre variáveis, ou seja, essa análise está preocupada em obter a causa estrutural, compatível com os dados observados. Assim, o coeficiente de trilha em relação a variáveis linearmente relacionadas é um coeficiente de regressão padronizado, que descreve e mede o grau de associação entre duas variáveis.

Em função disso, o presente trabalho teve por objetivo estudar a periodicidade sazonal da ferrugem do cafeeiro, em relação a variáveis climáticas, nas cidades de Teixeira e Patrocínio, Minas Gerais, durante três anos agrícolas (1991/1994), usando a técnica da análise de trilha e analisando a multicolinearidade entre as variáveis independentes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos durante três anos agrícolas (1991-1994), nas localidades de Teixeiras e Patrocínio, Zona da Mata e Região do Alto Paranaíba, do Estado de Minas Gerais, respectivamente. Em Teixeiras, o ensaio foi instalado na Fazenda Patrimônio, localizada nas coordenadas geográficas 20°39'00''S e 42°50'50''W, à altitude de 690 m, com topografia ondulada; em Patrocínio, na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG), localizada nas coordenadas geográficas 18°57'09''S e 46°59'43''W, à altitude de 1.000 m, com topografia leve-ondulada. Em cada uma das localidades, foi delimitada uma área de 0,5 ha, onde foram escolhidas 30 plantas que apresentavam alta carga pendente, bom grau de enfolhamento e eram uniformes quanto ao porte. O cultivar utilizado em Teixeiras foi 'Catuaí Vermelho' (LCH-2077-2-5-86), plantado no espaçamento 3,0 x 1,3 m, com uma população de 2.564 plantas/ha e com seis anos de idade. Em Patrocínio, o cultivar empregado foi 'Catuaí Amarelo' (LCH-2077-2-5-99) com cinco anos de idade, plantado no espaçamento 3,5 x 1,0 m, com uma densidade de 2.857 plantas/ha. Estas áreas receberam todos os tratamentos culturais, exceto aplicação de fungicidas e inseticidas, durante os anos de condução dos experimentos.

As avaliações da ferrugem, em ambas as localidades, foram realizadas em intervalos de 20 dias. Coletaram-se dez folhas por planta, do terceiro ou quarto par dos ramos plagiotrópicos tomados aleatoriamente, nos terços inferior e médio, em torno da copa da planta, quantificando-se o número de folhas com ferrugem (incidência).

O registro dos dados meteorológicos de cada uma das localidades foi realizado com termo-higro-humectógrafo (G. Lufft GmbH & Co), munido de um sensor de molhamento foliar e um pluviômetro. O abrigo meteorológico, onde foi colocado o termo-higro-humectógrafo, foi instalado entre as plantas de café de cada área experimental, à altura de 1,5 m, e o sensor de molhamento foliar foi fixado a um suporte de madeira, na altura do terço médio e entre a folhagem da planta contígua ao abrigo meteorológico. O pluviômetro foi colocado a uma distância de 50 m da área experimental.

Os registros diários de temperatura, umidade relativa e molhamento foliar foram quantificados, adotando-se os seguintes critérios: a) temperatura - número de horas de temperatura menor que 21 °C, número de horas de temperatura entre 21 e 26 °C, e número de horas de temperatura maior que 26°C; este critério baseia-se nos estudos do efeito de temperatura sobre a capacidade infectiva de *H. vastatrix*, realizados por Montoya & Chaves (1974); b) umidade relativa - também foram separados por intervalos de horas de ocorrência de umidade relativa maior ou igual a 90%, entre 80 e 89% e menor ou igual a 79%. O critério para selecionar o número de horas maiores e iguais a 90% foi a ocorrência de orvalho por condensação sobre as folhas nesta faixa de UR; c) molhamento foliar - os dados foram organizados em duas categorias: número de horas de molhamento das 7 h até as 19 h, que foi designado de molhamento foliar diurno, e número de horas de molhamento compreendidas entre 19 h e 7 h, designado de molhamento foliar noturno. Tanto para a temperatura quanto para a umidade relativa e para o molhamento foliar, os dados diários foram agrupados, semanalmente, para cada um dos intervalos adotados e categorias designadas. De modo similar, agruparam-se os dados de precipitação pluviométrica. A adoção da metodologia de horas de duração de cada período para as características

climáticas quantificadas baseia-se no fato de que valores médios são apenas uma ficção matemática (quando se estima a média de duas populações e não de uma) e o desenvolvimento da doença depende da frequência de ocorrência de condições favoráveis e desfavoráveis.

No estudo das correlações entre as variáveis climáticas e a doença foram realizadas várias análises, envolvendo a manipulação das variáveis independentes (clima) e a dependente (doença). Os dados de proporção de folhas com ferrugem foram utilizados para ajustar modelos de regressão. Testaram-se os modelos gompertz, logarítmico, logístico, monomolecular e linear, usando-se os critérios do menor quadrado médio do erro e maior coeficiente de determinação da equação para selecionar o melhor modelo (Cornell & Berger, 1987). Empregando os dados de percentagem de folhas com ferrugem em cada uma das avaliações, foi calculada a taxa de infecção, utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{taxa de infecção} = \frac{Y_{(n)} - Y_{(n-1)}}{t_{(n)} - t_{(n-1)}}$$

em que  $y_{(n)}$  é a proporção de folhas com ferrugem na data  $t_{(n)}$  e,  $y_{(n-1)}$  é o número de folhas com ferrugem na avaliação da data  $t_{(n-1)}$  anterior. O estudo das correlações entre a doença e as variáveis climáticas anteriormente descritas tiveram por objetivo selecionar, dentro do arquivo de dados, o momento mais adequado para obter a melhor relação entre clima e doença, considerando o período de incubação do fungo. Isso deve-se ao fato de que os dados observados em determinada avaliação são resultantes das condições climáticas precedentes. No arquivo de dados, os estudos de correlação entre clima e doença sempre foram feitos entre os dados selecionados no início da epidemia (mês de janeiro) até o pico da doença (entre maio e junho) em 1992, em Teixeira. A matriz de correlação foi submetida a testes de multicolinearidade, uma vez determinada a condição para obter as melhores correlações entre a doença e as variáveis climáticas: a) temperatura ( $< 21^{\circ}\text{C}$ , entre 21 e  $26^{\circ}\text{C}$  e  $> 26^{\circ}\text{C}$ ); b) umidade relativa ( $\leq 79\%$ , entre 80 e 89% e  $\geq 90\%$ ); c) molhamento foliar (diurno e

noturno); e d) quantidade de precipitação pluviométrica; as três primeiras variáveis foram agrupadas como número de horas semanais e a quarta, como milímetros semanais. Excluídas as variáveis climáticas que apresentavam multicolinearidade, utilizando os critérios relacionados com a biologia do fungo, realizou-se a análise de trilha, estudando os efeitos diretos e indiretos das variáveis selecionadas de acordo com o diagrama causal, como proposto por Li (1975), (Figura 1). Na análise de trilha, a variável principal foi a taxa de infecção e, como variáveis explicativas, utilizaram-se as características climáticas.

Para a interpretação dos resultados da análise de trilha foram seguidas as diretrizes descritas por Singh & Chaudary (1979), como a seguir: 1. se o coeficiente de correlação ( $r$ ) do fator causal do efeito é quase igual ao seu efeito direto (coeficiente de trilha) e ambos apresentam os mesmos sinais e seus valores são elevados, a correlação explica a relação mais apropriada e uma seleção direta desta característica será eficiente; 2. se o coeficiente de correlação é positivo (ou negativo) e o efeito direto é negativo ou negligenciável (ou positivo ou negligenciável), os efeitos indiretos parecem ser a causa da correlação. Em tais situações, os fatores causais indiretos são considerados simultaneamente, e 3. se o coeficiente de correlação é negativo, porém o efeito direto é positivo e seu valor é alto, nessas circunstâncias, um modelo de restrição simultâneo deve ser proposto, isto é, são impostas restrições para anular os efeitos indiretos não desejáveis e fazer uso dos efeitos diretos.

Paralelamente, também foi realizada a análise de trilha, combinando as variáveis explicativas e mantendo sempre nas combinações realizadas a variável precipitação pluviométrica, com o objetivo de quantificar o grau de explicação que cada combinação das variáveis apresenta, usando como critério o coeficiente de determinação da análise de trilha.

A manipulação do arquivo para estudo das correlações, para testar o grau de multicolinearidade das variáveis climáticas e da análise de trilha, foi realizada com o programa PROGRESSA (Silva-Acuña et al., 1995), desenvolvido com o objetivo de auxiliar no estudo de epidemias de doenças de plantas.

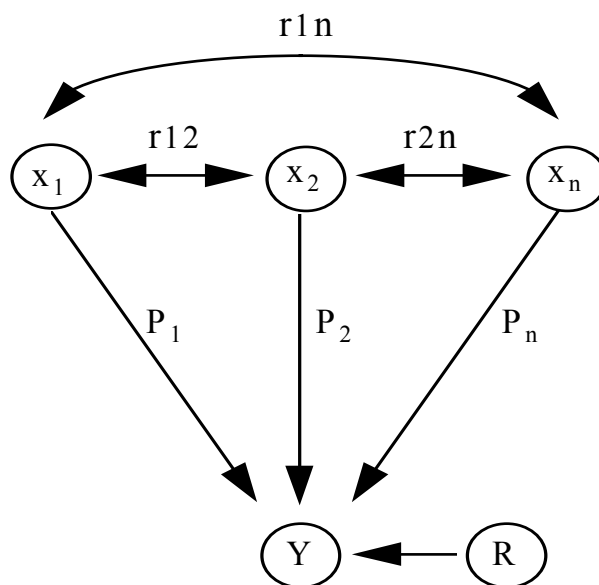


Figura 1 - Diagrama mostrando as relações de efeito-causa das  $n$  variáveis climáticas ou explicativas ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) sobre a variável básica [doença ( $Y$ )]. Para o diagrama,  $r_{ij}$  refere-se ao coeficiente de correlação,  $P$  ao coeficiente de trilha e  $R$  ao conjunto de variáveis residuais (Li, 1975).



### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Ensaio de Epidemiologia da Ferrugem do Cafeeiro em Teixeira, Região da Zona da Mata de Minas Gerais

##### 3.1.1. Ajustamento de Modelos para os Dados de Doença

Com o ajustamento dos dados de doença da localidade de Teixeira, em 1992, adotando os modelos gompertz, logarítmico, logístico, monomolecular e linear (Quadro 1), constatou-se que o modelo de regressão linear apresentou menor quadrado médio do erro e o seu coeficiente de determinação foi de 0,95. Esse valor foi superado apenas pelo coeficiente de determinação do modelo gompertz. Porém, o quadrado médio do erro desse modelo foi 3,6 vezes maior do que o obtido para o modelo linear. Por esse motivo, adotou-se o modelo linear de ajuste para realizar o estudo das correlações.

##### 3.1.2. Análise de Correlação

As estimativas da análise de correlação entre as variáveis climáticas e doença, tanto na forma de taxa de infecção quanto na de proporção de

Quadro 1 - Equações de regressão dos modelos estudados para o ajuste dos dados de proporção de folhas com ferrugem, em função do tempo, para a localidade de Teixeira, 1992

MODELO	$\beta_0$	$\beta_1$	QME	$R^2$
Gompertz	-1,737	0,018	0,018	0,986
Logarítmico	-4,136	0,026	0,384	0,876
Logístico	-4,403	0,035	0,244	0,953
Monomolecular	-0,267	0,009	0,031	0,914
Linear	-0,104	0,005	0,005	0,953

$\beta_0$  = Intersepto.

$\beta_1$  = Coeficiente de regressão.

QME = Quadrado médio do erro (ou desvio da regressão).

$R^2$  = Coeficiente de determinação.

folhas com ferrugem, cujos dados foram ajustados linearmente, estão no Quadro 2. Considerando as correlações entre a taxa de infecção e as nove variáveis climáticas, sendo os dados não-defasados nem somados com os da semana anterior (A), não-defasados e somados com os da semana anterior (B), defasados em uma semana (C), duas semanas sem somar (D), defasados em uma semana (F) e em duas semanas (G), e somados com os da semana anterior, os coeficientes de correlação apresentaram valores relativamente baixos e, como consequência, apenas alguns deles foram significativos, a 5% de probabilidade. Para as metodologias em que os dados climáticos estavam defasados três semanas, foram somados (E) ou não (H) com os da semana anterior, obtiveram-se coeficientes de correlação significativos para todas as características climáticas.

Todas as estimativas das correlações entre as variáveis climáticas e doença, na forma de proporção de doença, ajustadas por regressão linear, obtidas pelas metodologias A até F (Quadro 2), foram altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), mesmo apresentando valores relativamente baixos.

Quadro 2 - Coeficientes de correlação linear simples obtidos com o uso de diferentes metodologias de manipulação das variáveis climáticas, com a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro e a proporção de folhas com ferrugem ajustadas por regressão linear, para a localidade de Teixeiras, MG, 1992

VARIÁVEIS CORRELACIONADAS	METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DA CORRELAÇÃO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
a - Taxa de infecção da ferrugem								
Horas semanais com temperaturas <21°C	-0,16 <sup>(1)</sup>	-0,18 <sup>(1)</sup>	-0,18 <sup>(1)</sup>	0,09 <sup>(1)</sup>	0,73** <sup>(2)</sup>	-0,03 <sup>(1)</sup>	0,06 <sup>(1)</sup>	-0,76** <sup>(2)</sup>
Horas semanais com temperaturas de 21 a 26°C	-0,14	-0,16	-0,11	0,12	-0,37*	0,01	0,17	-0,87**
Horas semanais com temperaturas >26°C	0,21	0,31**	0,30**	-0,28*	0,73**	0,04	0,51**	0,85**
Horas semanais com umidade relativa ≥ 90%	0,06	-0,04	-0,13	0,08	-0,47**	-0,03	0,12	-0,62**
Horas semanais com umidade relativa de 80 a 90%	-0,28*	-0,39**	-0,49**	-0,38**	-0,50**	-0,47**	-0,34**	-0,62**
Horas semanais com umidade relativa ≤ 79%	0,12	-0,25*	0,33**	0,14	0,61**	0,27*	0,61**	0,80**
Horas semanais de molhamento diurno	-0,09	-0,15	-0,20	0,08	-0,46**	-0,04	-0,14	-0,44**
Horas semanais de molhamento noturno	-0,57**	-0,32**	0,15	-0,13	-0,53**	-0,03	-0,09	-0,29*
Precipitação pluviométrica (mm)	-0,42**	-0,25*	-0,03	-0,17	-0,65**	-0,13	-0,36**	-0,65**
b - Proporção de folhas com ferrugem								
Horas semanais com temperaturas <21°C	0,65** <sup>(3)</sup>	0,71** <sup>(3)</sup>	0,58** <sup>(3)</sup>	0,53** <sup>(3)</sup>	0,44** <sup>(4)</sup>	0,66** <sup>(3)</sup>	0,64** <sup>(3)</sup>	0,59** <sup>(4)</sup>
Horas semanais com temperaturas de 21 a 26°C	-0,52**	-0,59**	-0,49**	-0,45**	-0,34**	-0,55**	-0,24**	-0,14**
Horas semanais com temperaturas >26°C	-0,41**	-0,46**	-0,34**	-0,27**	-0,19**	-0,38**	-0,23**	-0,16
Horas semanais com umidade relativa ≥ 90%	0,27**	0,32**	0,25**	0,32**	0,30**	0,34**	0,45**	0,46**
Horas semanais com umidade relativa de 80 a 90%	-0,67**	-0,75**	-0,67**	-0,69**	-0,70**	-0,76**	-0,63**	-0,62**
Horas semanais com umidade relativa ≤ 79%	0,14**	0,18**	0,16**	0,11**	0,12**	0,16**	0,27**	0,26**
Horas semanais de molhamento diurno	-0,61**	-0,69**	-0,61**	-0,53**	-0,50**	-0,65**	-0,51**	-0,47**
Horas semanais de molhamento noturno	-0,42**	-0,53**	-0,48**	-0,22**	-0,16**	-0,40**	-0,07	-0,05
Precipitação pluviométrica (mm)	-0,59**	-0,66**	-0,56**	-0,62**	-0,60**	-0,69**	-0,69**	-0,67**

Correlação calculada com nove (1), oito (2), vinte e quatro (3) e vinte e três (4) pares de dados.

\*, \*\* Significativos a 5 e 1% pelo teste t, respectivamente.

Dados sem defasar e sem somar com os da semana anterior (A) e dados sem defasar e somados com os da semana anterior (B) na matriz de dados.

Dados defasados em uma (C), duas (D), três (E) semanas sem somar com os da semana anterior.

Dados defasados em uma (F), duas (G), três (H) semanas e somados com os da semana anterior.

As metodologias A e B foram as que apresentaram, em média, os maiores coeficientes de correlação. Entretanto, a implicação biológica das variáveis climáticas obtidas concomitantemente com a doença não foi relevante em razão do seu pouco efeito sobre a produção de inóculo. Esta significância, para valores de correlação relativamente baixos (inferior a 0,2), ocorreu em razão do número de pares de dados envolvidos na análise e, como consequência, o valor do t (tabelado) é muito baixo.

As metodologias G e H, apesar de usarem também 24 e 23 pares de dados, respectivamente, proporcionaram alguns coeficientes de correlação relativamente baixos, atingindo valores que não foram significativos pelo teste t. Essa mesma tendência de diminuição da correlação pelas metodologias G e H também foi observada para os outros coeficientes de correlação, embora ainda continuassem significativos nessas duas últimas metodologias de manipulação dos dados climáticos para o estudo das correlações.

A metodologia H, ou seja, aquela em que os dados semanais das variáveis climáticas estavam defasados três semanas e somados com os da semana anterior, partindo do ponto de máxima doença, foi a que apresentou as melhores correlações com taxa de infecção. Dessa forma, foi adotada esta metodologia para selecionar os dados climáticos e elaborar a matriz de correlação de cada ano e localidade estudada. Entretanto, à exceção das horas semanais com temperaturas  $> 26^{\circ}\text{C}$  e as de umidade relativa  $\leq 79\%$ , as demais variáveis climáticas apresentaram valores negativos. Biologicamente poderia-se inferir que tais valores negativos dessas variáveis estariam limitando a epidemia. Mas, em campo, observa-se que a interrupção da precipitação pluviométrica, do período de molhamento foliar noturno e do número de horas das temperaturas entre 21 e  $26^{\circ}\text{C}$  não limita a continuidade da epidemia, dentro de certo intervalo.

### 3.1.3. Análise de Multicolinearidade

Pelo estudo da matriz de correlação entre doença, na forma de taxa de infecção, e as nove variáveis climáticas, foi constatada severa multicolinearidade

entre as variáveis explicativas, de acordo com o critério adotado por Carvalho & Cruz (no prelo). Baseando-se nas características biológicas de doença, foram excluídas as variáveis referentes à umidade relativa e à temperatura  $< 21^{\circ}\text{C}$ . Comportamento particular, no teste de multicolinearidade, foi apresentado pelos dados da matriz de correlação obtidos em Patrocínio, em 1994, quando se verificou que, mesmo retirando as variáveis climáticas umidade relativa e temperatura  $< 21^{\circ}\text{C}$ , houve necessidade de excluir a variável temperatura  $> 26^{\circ}\text{C}$ , considerando os níveis severos de multicolinearidade. A retirada dessas variáveis climáticas da matriz de correlação permitiu a sua adequação para realizar a análise de trilha, atingindo fraca multicolinearidade (tolerável).

#### 3.1.4. Análise de Trilha

##### 3.1.4.1. Teixeira (1992)

Na Figura 2, estão descritos as características climáticas quantificadas e o comportamento estacional da doença. A doença atingiu seu ponto máximo na penúltima semana de junho, com 79% de folhas com ferrugem. Desde janeiro, quando se iniciou o aumento gradativo do índice de infecção, até seu pico foram registrados 700 mm de precipitação pluviométrica. Os meses em que se registraram os maiores níveis de precipitação pluviométrica foram janeiro, fevereiro e abril, que representaram 85,41% das precipitações pluviométricas ocorridas nesse período. Os dados da produção de café dessa localidade mostraram elevados rendimentos, sendo a média de produção de café beneficiado por planta igual a 1,690 kg. O intervalo de confiança para a média de produção de café beneficiado por hectare, em sacas de 60 kg ( $P \leq 0,05$ ), foi  $67,86 \leq \mu \leq 78,87$ .

A análise de trilha (Quadro 3) evidenciou que as variáveis empregadas explicaram satisfatoriamente a variação da doença, uma vez que proporcionaram um coeficiente de determinação de 0,95. Entre as variáveis explicativas, as

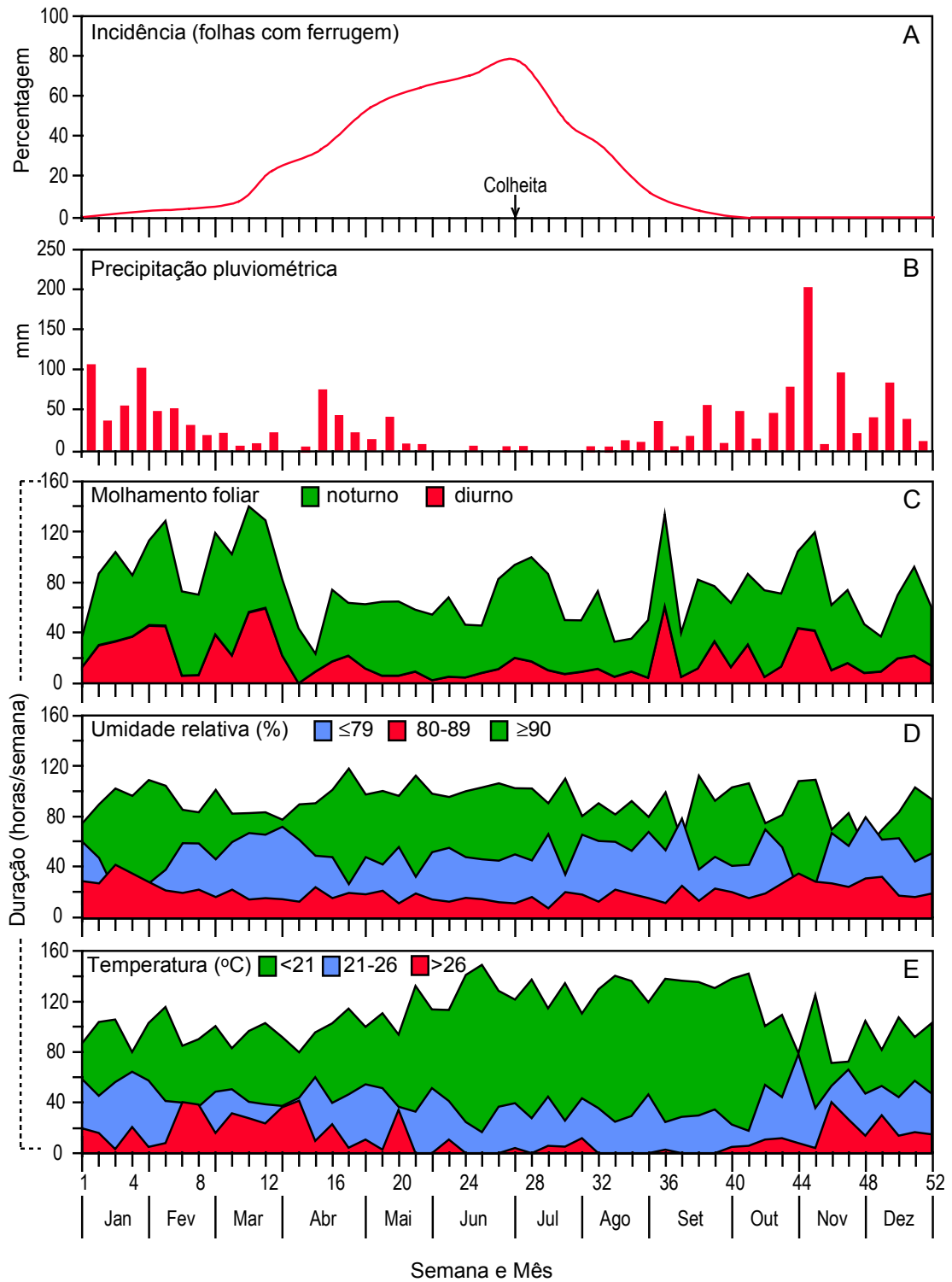


Figura 2 - Percentagem de folhas com ferrugem (A); precipitação pluviométrica semanal (B); número de horas semanais de molhamentos foliares diurno e noturno (C); umidade relativa do ar (D); e temperatura (E) para a localidade de Teixeira, MG, 1992.

Quadro 3 - Efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas (número de horas semanais de temperatura entre 21 e 26°C, > 26°C, molhamentos foliares diurno e noturno e precipitação pluviométrica semanal) sobre a variável principal taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, para a localidade de Teixeira, MG, 1992

VARIÁVEL	EFEITO	ESTIMATIVA
Temperatura (21-26°C)	Direto sobre doença	-0,574687
	Indireto via temperatura (> 26°C)	-0,286336
	Indireto via molhamento diurno	0,331241
	Indireto via molhamento noturno.	-0,143290
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,197028
	Total	-0,870100
Temperatura (> 26°C)	Direto sobre doença	0,354640
	Indireto via temperatura (21 - 26°C)	0,464002
	Indireto via molhamento diurno	-0,144626
	Indireto via molhamento noturno.	-0,010032
	Indireto via precipitação pluviométrica	0,192415
	Total	0,856400
Molhamento diurno	Direto sobre doença	0,508351
	Indireto via temperatura (21 - 26°C)	-0,374466
	Indireto via temperatura (> 26°C)	-0,100895
	Indireto via molhamento noturno.	-0,265506
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,212784
	Total	-0,445300
Molhamento noturno	Direto sobre doença	-0,374322
	Indireto via temperatura (21 - 26°C)	-0,219990
	Indireto via temperatura (> 26°C)	0,009504
	Indireto via molhamento diurno.	0,360573
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,070166
	Total	-0,294400
Precipitação pluviométrica	Direto sobre doença	-0,408179
	Indireto via temperatura (21 - 26°C)	-0,277401
	Indireto via temperatura (> 26°C)	-0,167177
	Indireto via molhamento diurno.	0,265003
	Indireto via molhamento noturno	-0,064346
	Total	-0,652100
	Coeficiente de determinação	0,953754

temperaturas entre 21 e 26°C e a precipitação pluviométrica apresentaram a melhor combinação entre o efeito direto sobre a doença (coeficiente de trilha) e o total (correlação). Esta relação traduz-se em consequência dos altos efeitos diretos no mesmo sentido da correlação. À variável molhamento foliar noturno, pouca importância foi atribuída segundo a análise de trilha, em razão da sua baixa correlação com a doença e seu efeito direto ser de magnitude relativamente baixa. As variáveis temperatura > 26°C e molhamento foliar diurno não apresentaram uma adequada combinação entre o coeficiente de trilha e a correlação, no primeiro caso por ser baixo o efeito direto e, no outro, por serem de sinais contrários. Dessa forma, a variável molhamento foliar diurno, que apresentou o segundo maior efeito direto sobre a doença, teve grande envolvimento no processo epidêmico. A correlação entre molhamento foliar diurno e doença não traduziu uma relação de efeito-causa porque os coeficientes de trilha e de correlação apresentaram sinais contrários, porém a sua importância nas demais características resultou em correlação negativa. Assim, a avaliação do efeito do molhamento foliar diurno pode ser visto sob dois contextos: primeiro, se são fixados todos os efeitos indiretos das outras variáveis, ele tem a função de aumentar a doença e, segundo, mantendo variáveis todos os efeitos indiretos e fixando o efeito direto sobre a doença, todas as suas influências resultariam na diminuição da doença. Nesse caso, destacam-se os efeitos indiretos via temperatura 21-26 °C e molhamento foliar noturno.

As várias análises de trilha realizadas com as variáveis explicativas (climáticas), combinadas em relação à variável básica (taxa de infecção) (Quadro <sup>4</sup>), apresentaram coeficientes de determinação entre 0,44 e 0,95. O modelo  $Y_1$ , composto por horas semanais das temperaturas entre 21 e 26°C e precipitação pluviométrica (mm semanais), permitiu a obtenção de um coeficiente de determinação de 0,82. Essas duas variáveis foram as que apresentaram a melhor combinação entre o coeficiente de trilha e a correlação. Para o modelo  $Y_6$ , em que foi incluída a variável molhamento foliar diurno, que, segundo a análise de trilha, apresentou alto efeito direto e positivo sobre a



Quadro 4 - Equações de regressão linear múltipla calculadas pela metodologia de análise de trilha para a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, em função das horas semanais de temperatura, molhamento e precipitação pluviométrica (mm semanais), para a localidade de Teixeira, MG, 1992

DOENÇA ESTIMADA TAXA	TEMPERATURA(°C)		MOLHAMENTO		PP*	R <sup>2</sup> **
	21-26	>26	DIURNO	NOTURNO		
$\hat{Y}_1=$	-0,72				-0,30	0,82
$\hat{Y}_2=$		0,70			-0,31	0,81
$\hat{Y}_3=$			-0,14		-0,57	0,44
$\hat{Y}_4=$				-0,18	-0,61	0,45
$\hat{Y}_5=$	-0,43	0,38			-0,26	0,87
$\hat{Y}_6=$	-0,90		0,35		-0,39	0,89
$\hat{Y}_7=$	-0,73			0,04	-0,30	0,82
$\hat{Y}_8=$		0,70	-0,10		-0,26	0,82
$\hat{Y}_9=$		0,74		-0,27	-0,25	0,88
$\hat{Y}_{10}=$			0,03	-0,20	-0,63	0,45
$\hat{Y}_{11}=$	-0,73	0,17	0,26		-0,35	0,89
$\hat{Y}_{12}=$	-0,23	0,55		-0,17	-0,24	0,89
$\hat{Y}_{13}=$		0,78	0,28	-0,45	-0,35	0,90
$\hat{Y}_{14}=$	-0,57	0,35	0,50	-0,37	-0,40	0,95

\* Precipitação pluviométrica.

\*\* Coeficiente de determinação.

doença, o aumento do  $R^2$  foi de 0,07 em relação ao modelo formado pelas variáveis temperatura 21-26 °C e a precipitação pluviométrica. Esse modelo, por sua maior simplicidade, por envolver menor número de variáveis e pela sua eficiência (alto  $R^2$ ), poderá ser de grande interesse em estudos epidemiológicos.

#### 3.1.4.2. Teixeira (1993)

Os dados climáticos e de doença estão descritos na Figura 3. Pode-se constatar que os níveis de doença foram muito baixos, atingindo o máximo de 2% de folhas com ferrugem na primeira semana de maio. Neste experimento foram registrados, entre o mês de janeiro e a data de máxima doença, valores de 322 mm de precipitação pluviométrica, sendo janeiro o mês em que houve maior intensidade, representando 50% das precipitações desse período. A produção média de café beneficiado por planta foi de 24 g, e a produção média por ha, em sacas de café beneficiado ( $P \leq 0,05$ ), de  $0,34 \leq \mu \leq 2,43$ , rendimentos esses muito baixos. Em razão dos baixos níveis de doença, não foi realizada a análise de trilha.

#### 3.1.4.3. Teixeira (1994)

Para este ano houve uma recuperação dos níveis de produção das plantas, e a produção média de café beneficiado, por planta, foi de 1,780 kg, com um intervalo de confiança para a produção em sacas de 60 kg de café beneficiado, por hectare ( $P \leq 0,05$ ), de  $67,34 \leq \mu \leq 84,35$ . Pode-se constatar (Figura 4) que a sazonalidade da doença apresentou ponto máximo na segunda semana de junho, com 61% de folhas com ferrugem. A quantidade de precipitação pluviométrica entre janeiro e o pico da doença foi de 822 mm, sendo janeiro e março os meses de maior intensidade das precipitações pluviométricas, representando 65,72% do total de precipitações caídas nesse período.

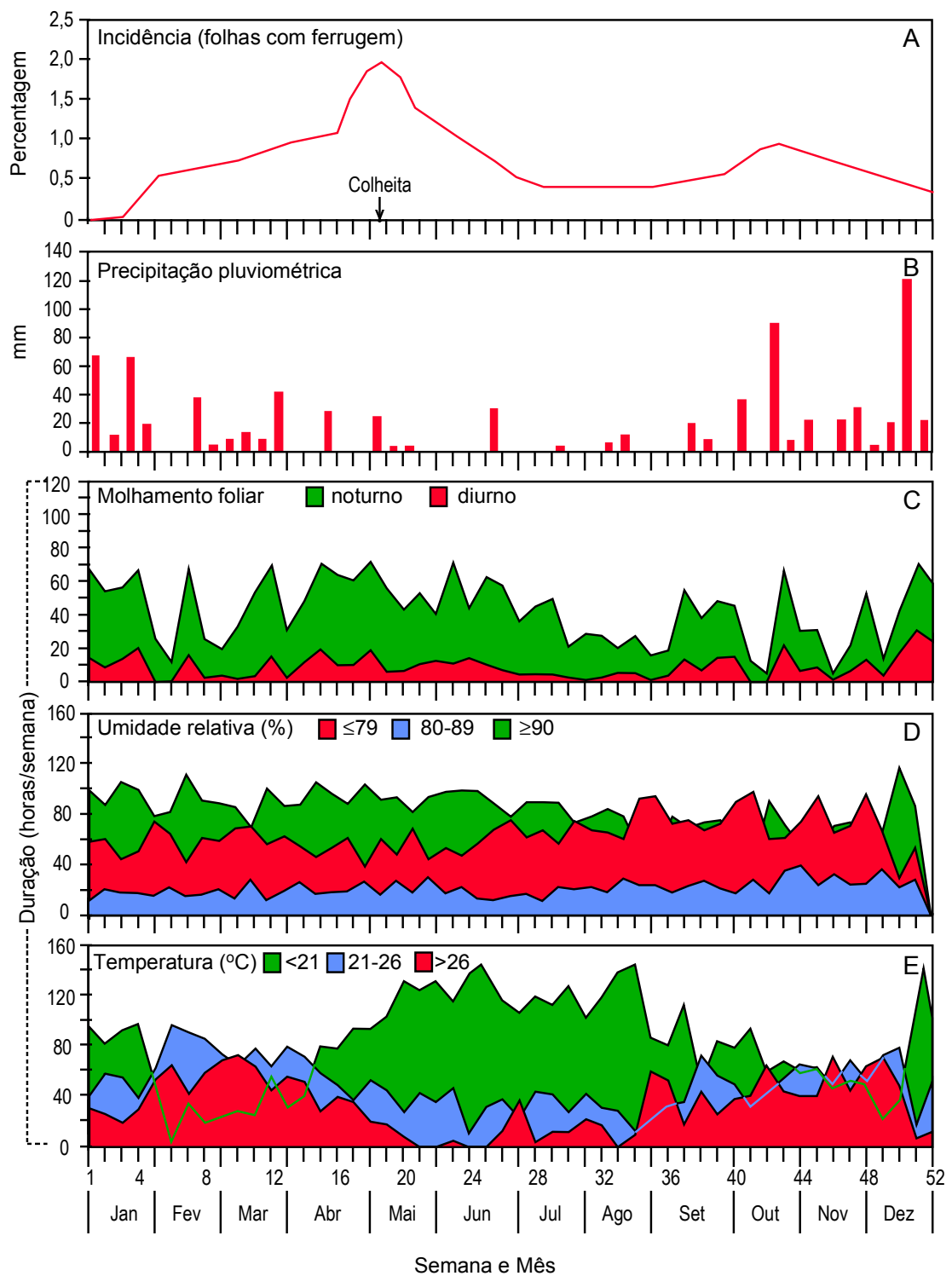


Figura 3 - Percentagem de folhas com ferrugem (A); precipitação pluviométrica semanal (B); número de horas semanais de molhamentos foliares diurno e noturno (C); umidade relativa do ar (D); e temperatura (E) para a localidade de Teixeira, MG, 1993.

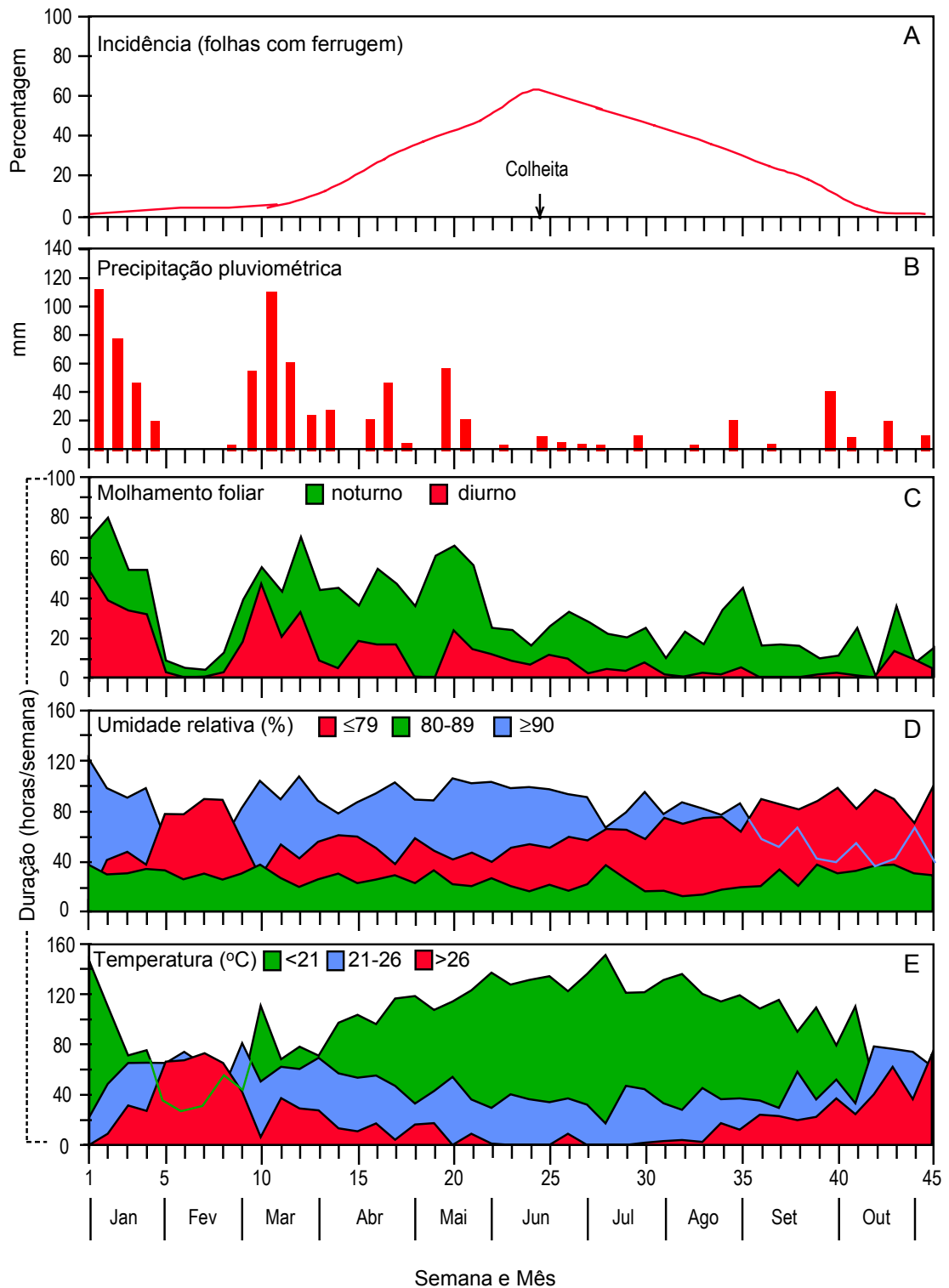


Figura 4 - Percentagem de folhas com ferrugem (A); precipitação pluviométrica semanal (B); número de horas semanais de molhamentos foliares diurno e noturno (C); umidade relativa do ar (D); e temperatura (E) para a localidade de Teixeira, MG, 1994.

Na análise de trilha (Quadro 5), as variáveis temperatura 21-26°C, temperatura > 26°C, molhamentos foliares diurno e noturno e a precipitação pluviométrica explicaram em 0,94 a variação da taxa de infecção. Entre essas variáveis explicativas, o molhamento foliar noturno foi a que apresentou a melhor combinação entre o coeficiente de trilha e o de correlação; tanto um quanto o outro apresentaram valores elevados e do mesmo sentido. Segundo a análise de correlação, pouca importância foi atribuída à variável molhamento foliar diurno, por apresentar coeficiente de correlação muito baixo. As variáveis temperatura 21-26°C, temperatura > 26°C e precipitação pluviométrica não apresentaram uma adequada combinação entre o coeficiente de trilha e o coeficiente de correlação, por serem de sinais contrários. Também, para a temperatura 21-26 °C, ambos os coeficientes apresentaram valores relativamente muito baixos e os coeficientes da temperatura > 26 °C foram relativamente baixos em relação ao da temperatura 21-26°C. A variável precipitação pluviométrica, se fixados todos os efeitos indiretos das outras variáveis, tem a função de favorecer o desenvolvimento da epidemia. Entretanto, se são mantidos variáveis os efeitos indiretos, particular importância é atribuída aos molhamentos foliares diurno e noturno, o primeiro desfavorecendo a doença e o segundo favorecendo-a. A análise de trilha, combinando as variáveis (Quadro 6), permitiu a obtenção de coeficientes de determinação variando entre 0,09 e 0,94. O modelo  $Y_{10}$  formado pelos molhamentos foliares diurno e noturno e a precipitação explicou em 0,92 a variação total. Dessas variáveis, o molhamento foliar noturno foi considerado de efeito-causa pela análise de trilha; a precipitação pluviométrica apresentou elevado efeito direto sobre a doença, impondo restrições sobre esta variável; portanto, é de se considerar o alto efeito indireto do molhamento foliar diurno, que não favoreceu a epidemia da doença.

Em 1992 (Figura 2) e 1994 (Figura 4), a flutuação estacional da doença em Teixeira teve praticamente o mesmo padrão. A partir de janeiro, houve um crescimento lento da doença até a última semana de fevereiro; logo após foi iniciado um rápido aumento do nível de infecção que atingiu seu ponto máximo

Quadro 5 - Efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas (número de horas semanais de temperatura entre 21 e 26°C, > 26°C, molhamentos foliares diurno e noturno e precipitação pluviométrica semanal) sobre a variável principal taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, para a localidade de Teixeira, MG, 1994

VARIÁVEL	EFEITO	ESTIMATIVA
Temperatura (21-26°C)	Direto sobre doença	-0,067624
	Indireto via temperatura (> 26°C)	0,181052
	Indireto via molhamento diurno	0,149240
	Indireto via molhamento noturno.	-0,025075
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,141892
	Total	0,095700
Temperatura (> 26°C)	Direto sobre doença	0,257213
	Indireto via temperatura (21 - 26°C)	-0,047601
	Indireto via molhamento diurno	0,667316
	Indireto via molhamento noturno.	-0,957941
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,298587
	Total	-0,379600
Molhamento diurno	Direto sobre doença	-1,639999
	Indireto via temperatura (21 - 26°C)	0,006154
	Indireto via temperatura (> 26°C)	-0,104660
	Indireto via molhamento noturno.	0,944807
	Indireto via precipitação pluviométrica	0,717799
	Total	-0,075900
Molhamento noturno	Direto sobre doença	1,492585
	Indireto via temperatura (21 - 26°C)	0,001136
	Indireto via temperatura (> 26°C)	-0,165079
	Indireto via molhamento diurno.	-1,038119
	Indireto via precipitação pluviométrica	0,337377
	Total	0,627900
Precipitação pluviométrica	Direto sobre doença	0,850674
	Indireto via temperatura (21 - 26°C)	0,011280
	Indireto via temperatura (> 26°C)	-0,090282
	Indireto via molhamento diurno.	-1,383831
	Indireto via molhamento noturno	0,591959
	Total	-0,020200
	Coeficiente de determinação	0,940300

Quadro 6 - Equações de regressão linear múltipla calculadas pela metodologia de análise de trilha para a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, em função das horas semanais de temperatura, molhamento e precipitação pluviométrica (mm semanais), para a localidade de Teixeira, MG, 1994

DOENÇA ESTIMADA TAXA	TEMPERATURA(°C) <sup>1</sup>		MOLHAMENTO <sup>2</sup>		PP*	R <sup>2</sup> **
	21-26	>26	DIURNO	NOTURNO		
$\hat{Y}_1 =$	0,094				-0,004	0,009
$\hat{Y}_2 =$		-0,441			-0,175	0,170
$\hat{Y}_3 =$			-0,204		0,152	0,012
$\hat{Y}_4 =$				0,754	-0,319	0,480
$\hat{Y}_5 =$	0,758	-0,999			-0,244	0,456
$\hat{Y}_6 =$	0,106		-0,222		0,185	0,023
$\hat{Y}_7 =$	0,056			0,751	-0,308	0,483
$\hat{Y}_8 =$		-0,490	-0,392		0,139	0,213
$\hat{Y}_9 =$		-0,012		0,746	-0,320	0,480
$\hat{Y}_{10} =$			-1,557	1,305	0,775	0,922
$\hat{Y}_{11} =$	0,986	-1,276	-0,865		0,426	0,630
$\hat{Y}_{12} =$	0,353	-0,426		0,479	-0,301	0,500
$\hat{Y}_{13} =$		0,176	-1,622	1,433	0,841	0,930
$\hat{Y}_{14} =$	-0,067	0,257	-1,639	1,492	0,850	0,940

\* Precipitação pluviométrica.

\*\* Coeficiente de determinação.

na segunda semana, em 1992, ou na quarta semana de junho, em 1994. Após a colheita, ocorreu uma diminuição lenta da percentagem de doença, atingindo o seu ponto mais baixo na última semana de outubro ou na primeira semana de dezembro, em 1992 e em 1994, respectivamente.

### 3.2. Ensaio de Epidemiologia da Ferrugem do Cafeeiro em Patrocínio, Região do Cerrado, Alto Paranaíba, Minas Gerais

#### 3.2.1. Patrocínio (1992)

Para essa localidade, nesse ano, não foi quantificado o molhamento foliar. Os dados de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, além dos de doença, estão na Figura 5. A doença atingiu o seu ponto máximo na terceira semana de junho, com 80% de folhas com ferrugem. A precipitação pluviométrica ocorrida entre janeiro e a época de máxima doença foi de 1.200 mm. Os meses de janeiro, fevereiro, março e abril foram os de maior pluviosidade e representaram 94,86% do total de precipitações desse período. A produção de café beneficiado/planta foi de 0,502 kg e o intervalo de confiança para a média de produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha ( $P \leq 0,05$ ) foi  $19,57 \leq \mu \leq 28,28$ .

Na análise de trilha (Quadro 7), as variáveis climáticas explicaram 0,62 da variação da taxa de infecção. Das variáveis explicativas, a melhor combinação entre o coeficiente de trilha e o de correlação foi observada para a temperatura 21-26 °C, em razão dos maiores valores e do mesmo sinal de ambos os coeficientes. As outras duas variáveis, temperatura > 26°C e precipitação pluviométrica, mesmo apresentando os coeficientes de trilha e de correlação com o mesmo sinal, apresentaram pouca importância segundo a análise de trilha, porque a variável temperatura > 26°C apresentou efeito direto baixo sobre a doença e, para o caso da precipitação pluviométrica, o coeficiente de correlação foi baixo, embora o seu efeito direto sobre a doença tenha sido relativamente alto. Pelas várias análises de trilha, combinando as variáveis climáticas



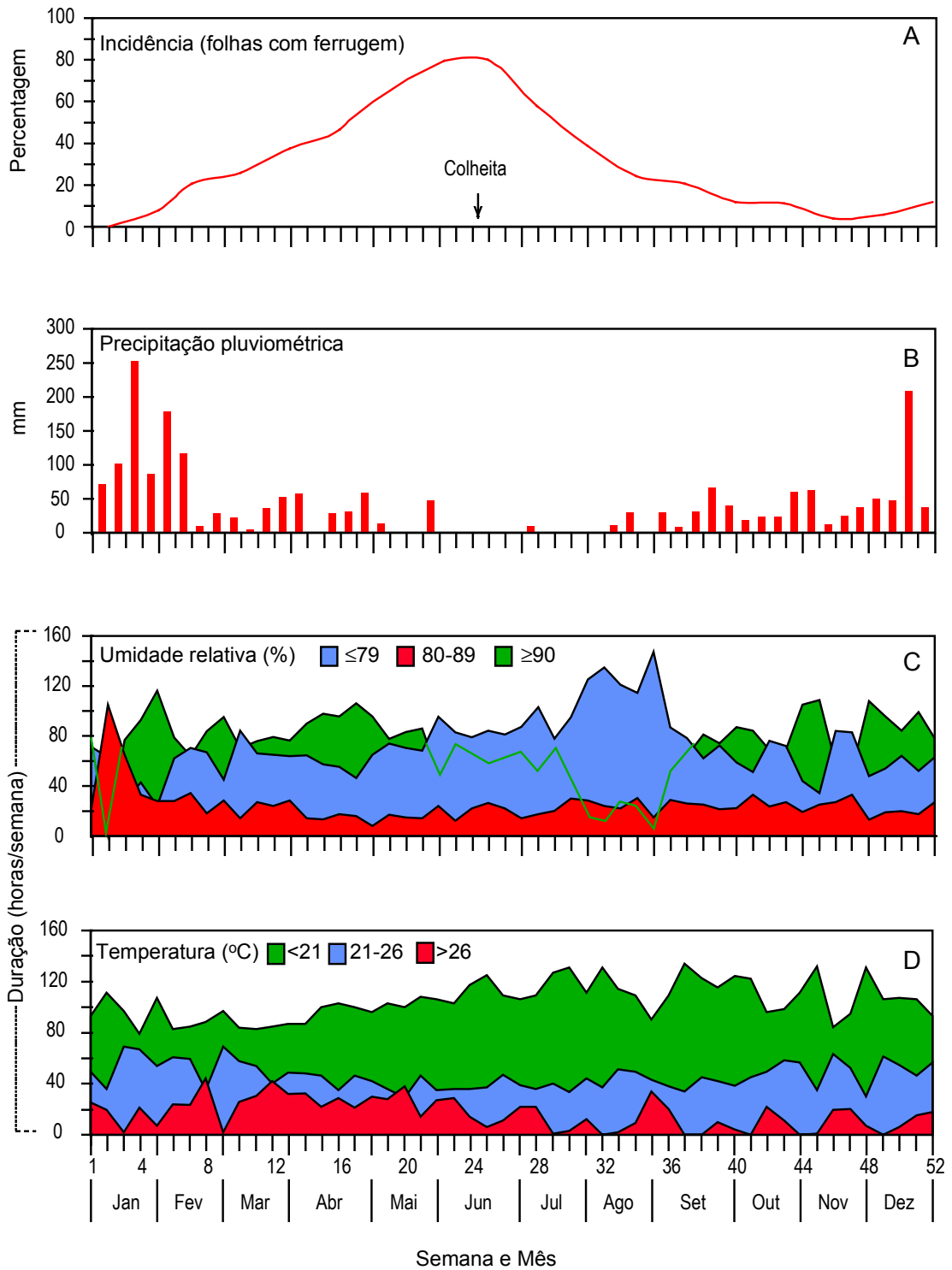


Figura 5 - Percentagem de folhas com ferrugem (A); precipitação pluviométrica semanal (B); número de horas semanais de umidade relativa do ar (C); e temperatura (D) para a localidade de Patrocínio, MG, 1992.

Quadro 7 - Efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas (número de horas semanais de temperatura entre 21 e 26 °C, > 26 °C e precipitação pluviométrica semanal) sobre a variável principal taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, para a localidade de Patrocínio, MG, 1992

VARIÁVEL	EFEITO	ESTIMATIVA
Temperatura (21-26 °C)	Direto sobre doença	0,649861
	Indireto via temperatura (>26°C)	0,197631
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,411892
	Total	0,435600
Temperatura (> 26 °C)	Direto sobre doença	-0,290334
	Indireto via temperatura (21-26°C)	-0,442361
	Indireto via precipitação pluviométrica	0,299995
	Total	-0,432700
Precipitação pluviométrica	Direto sobre doença	-0,751490
	Indireto via temperatura (21-26°C)	0,356189
	Indireto via temperatura (> 26°C)	0,115901
	Total	-0,279400
	Coeficiente de determinação	0,618673

(Quadro 8), mesmo com menor número de variáveis, pode-se observar que o modelo formado pela temperatura 21-26°C e a precipitação pluviométrica explicou 0,57 da variação da taxa de infecção e a inclusão da temperatura > 26°C apenas acrescentou 0,04 à variação total.

### 3.2.2. Patrocínio (1993)

As características do clima e da doença são apresentadas na Figura 6. Com relação à doença, pode-se observar que a máxima incidência ocorreu na última semana de maio, com 54% de folhas com ferrugem. Mesmo considerando este ano de baixa carga, porque a média de produção/planta de café beneficiado foi de 7,5 g e o intervalo de confiança para a produção de café beneficiado/ha em sacas de 60 kg ( $P \leq 0,05$ ) foi  $1,14 \leq \mu \leq 5,99$ , houve aumento da incidência da doença. As precipitações pluviométricas atingiram 859 mm entre janeiro e fim de maio, e os meses com maior intensidade de precipitação pluviométrica foram janeiro, fevereiro, março e abril, representando 95,01% da quantidade total desse período (janeiro - maio). Na análise de trilha (Quadro 9), as variáveis climáticas explicaram a variação da taxa de infecção e proporcionaram um coeficiente de determinação de 0,99. Nenhuma das variáveis explicativas pode ser considerada de efeito-causa porque não apresentaram uma adequada combinação entre o coeficiente de trilha e o de correlação. Entretanto, as temperaturas entre 21 e 26°C e o molhamento foliar diurno e o noturno apresentaram coeficientes com o mesmo sinal, porém os coeficientes de correlação foram relativamente baixos. Para a variável temperatura 21-26°C, se mantidos variáveis os efeitos indiretos e fixo o efeito direto sobre a doença, destacam-se os efeitos dos molhamentos diurno e noturno; o primeiro não favorecendo a epidemia e o segundo, favorecendo-a. A variável temperatura > 26°C, se mantido variável o efeito direto e fixados os indiretos, tem efeito direto desfavorável sobre a epidemia da ferrugem. Entretanto, se mantidos variáveis os efeitos indiretos e fixado o efeito direto, os molhamentos apresentam efeitos relativamente altos sobre a doença via

Quadro 8 - Equações de regressão linear múltipla calculadas pela metodologia de análise de trilha para a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, em função das horas semanais de temperatura, molhamento e precipitação pluviométrica (mm semanais), para a localidade de Patrocínio, MG, 1992

DOENÇA ESTIMADA (TAXA)	TEMPERATURA (°C)		PP*	R <sup>2**</sup>
	21-26	> 26		
$\hat{Y}_1 =$	0,841		-0,740	0,573
$\hat{Y}_2 =$		-0,647	-0,537	0,430
$\hat{Y}_3 =$	0,649	-0,290	-0,751	0,618

\* Precipitação pluviométrica.

\*\* Coeficiente de determinação.

temperatura > 26°C; o molhamento foliar diurno afeta positivamente a doença e o noturno, negativamente. Para a variável molhamento foliar diurno, também poderiam ser estabelecidas restrições; se forem fixados os efeitos indiretos e for variável o efeito direto sobre a doença, não há o favorecimento da epidemia da ferrugem; entretanto, se mantidos variáveis os efeitos indiretos, destacam-se os altos valores relativos da temperatura > 26°C e do molhamento foliar noturno, favorecendo a epidemia. No caso do molhamento foliar noturno, entre os efeitos indiretos, destaca-se o alto valor do coeficiente do molhamento foliar diurno, com sinal negativo, não favorecendo a epidemia. Para a variável precipitação pluviométrica, pouca importância foi atribuída segundo a análise de trilha, em razão de ter relativamente baixo efeito direto sobre a doença e a correlação total, entretanto, destaca-se entre os efeitos indiretos do molhamento foliar noturno, favorecendo a epidemia.

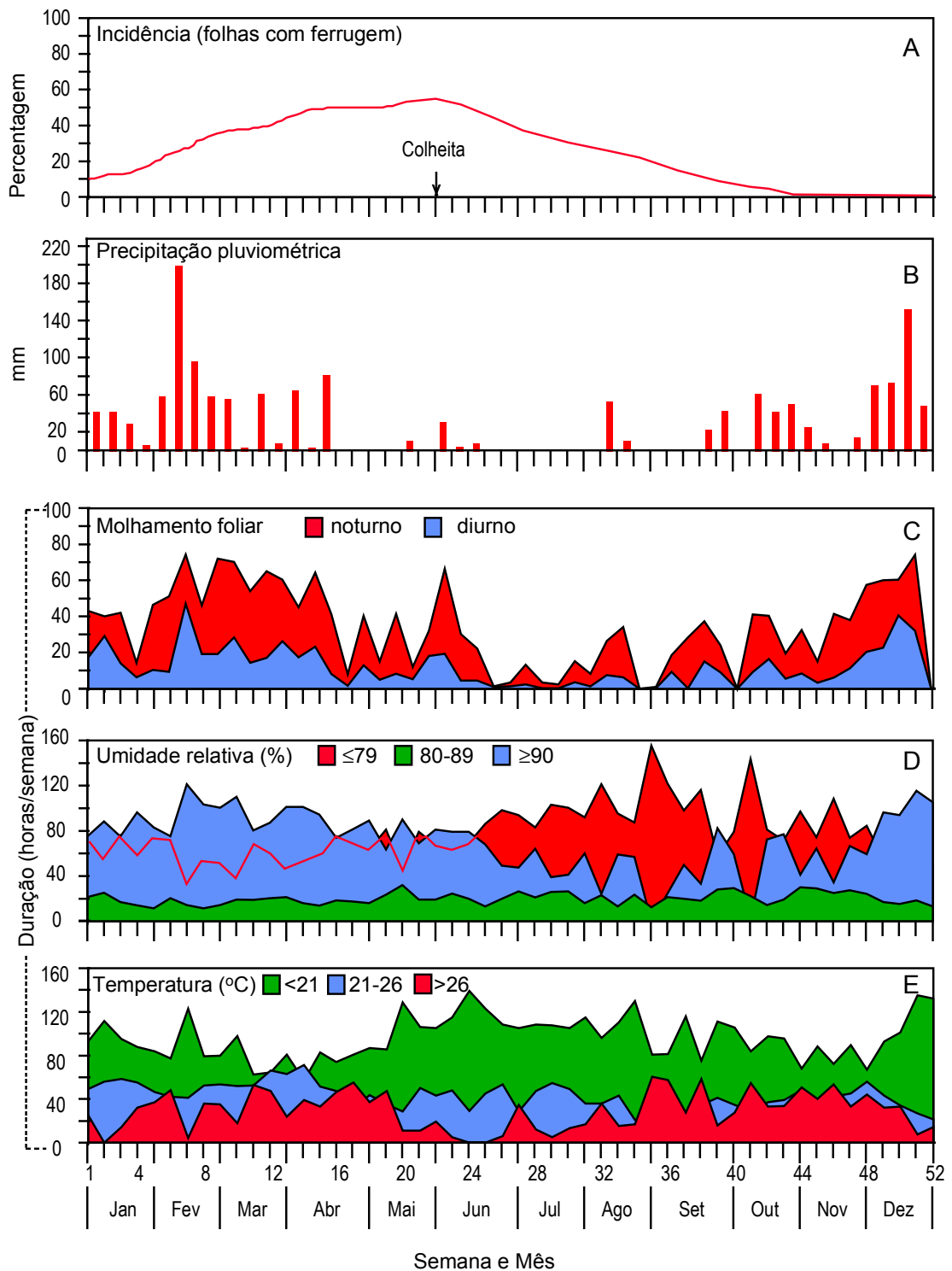


Figura 6 - Percentagem de folhas com ferrugem (A); precipitação pluviométrica semanal (B); número de horas semanais de molhamentos foliares diurno e noturno (C); umidade relativa do ar (D); e temperatura (E) para a localidade de Patrocínio, MG, 1993.

Quadro 9 - Efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas (número de horas semanais de temperatura entre 21 e 26°C, > 26°C, molhamentos foliares diurno e noturno e precipitação pluviométrica semanal) sobre a variável principal taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, para a localidade de Patrocínio, MG, 1993

VARIÁVEL	EFEITO	ESTIMATIVA
Temperatura (21-26 °C)	Direto sobre doença	-0,545831
	Indireto via temperatura (>26 °C)	0,786186
	Indireto via molhamento diurno	-1,206529
	Indireto via molhamento noturno	0,802199
	Indireto via precipitação pluviométrica	0,050475
	Total	-0,113500
Temperatura (> 26 °C)	Direto sobre doença	-1,563927
	Indireto via temperatura (21-26 °C)	0,274389
	Indireto via molhamento diurno	1,972354
	Indireto via molhamento noturno	-0,688143
	Indireto via precipitação pluviométrica	0,007127
	Total	0,001800
Molhamento diurno	Direto sobre doença	-2,638953
	Indireto via temperatura (21-26 °C)	-0,249554
	Indireto via temperatura (> 26 °C)	1,168879
	Indireto via molhamento noturno	1,595299
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,030370
	Total	-0,154700
Molhamento noturno	Direto sobre doença	2,116061
	Indireto via temperatura (21-26 °C)	-0,206924
	Indireto via temperatura (> 26 °C)	0,508589
	Indireto via molhamento diurno	-1,989507
	Indireto via precipitação pluviométrica	0,115019
	Total	0,313200
Precipitação pluviométrica	Direto sobre doença	-0,265940
	Indireto via temperatura (21-26 °C)	0,103599
	Indireto via temperatura (> 26 °C)	0,041913
	Indireto via molhamento diurno	-0,301368
	Indireto via molhamento noturno	0,915197
	Total	0,493400
	Coefficiente de determinação	0,998918

Para as várias análises de trilha realizadas das combinações das variáveis explicativas (Quadro 10), podem-se constatar coeficientes de determinação entre 0,24 e 0,99. O modelo ( $\hat{Y}_{13}$ ), em que estão envolvidas as variáveis cujos efeitos diretos ou indiretos foram elevados sobre a doença, incluindo a precipitação pluviométrica, apresentou um dos melhores coeficientes de determinação.

### 3.2.3. Patrocínio (1994)

Os dados climáticos e de doença são apresentados na Figura 7. O ponto de máxima incidência ocorreu na segunda semana de maio, com 86,87% de folhas com ferrugem. Entre o mês de janeiro e a época de pico de infecção, registraram-se 909 mm de precipitação pluviométrica, sendo os meses de janeiro, fevereiro, março e abril os que apresentaram as maiores intensidades, representando 93,84% da quantidade total desse período. A produção de café beneficiado por planta foi de 1,081 kg e o intervalo de confiança para a produção em sacas de 60 kg/ha ( $P \leq 0,05$ ) foi  $45,04 \leq \mu \leq 57,94$ , considerando este ano como de alta carga.

Para a análise de trilha (Quadro 11), considerando a diferença dos outros anos estudados e as localidades, houve necessidade de excluir a variável temperatura  $> 26^{\circ}\text{C}$ , porque estava causando elevados níveis de multicolinearidade. As outras quatro variáveis climáticas explicaram em 0,88 a variação da doença na forma de taxa de infecção. Entre as variáveis estudadas, por meio da análise de trilha, constatou-se que o molhamento foliar noturno foi a que apresentou a melhor combinação entre o efeito direto (coeficiente de trilha) e a correlação (total), sendo os dois coeficientes de valores relativamente altos e do mesmo sinal. Os coeficientes da temperatura 21-26°C, do molhamento foliar diurno e da precipitação pluviométrica, embora apresentassem efeitos diretos e correlação com o mesmo sentido, esta foi relativamente baixa, fazendo com que lhes fosse atribuída pouca importância pela análise de trilha. Quando foram combinadas as variáveis climáticas e realizada a análise de trilha (Quadro 12),

Quadro 10 - Equações de regressão linear múltipla calculadas pela metodologia de análise de trilha para a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, em função das horas semanais de temperatura, molhamento e precipitação pluviométrica (mm semanais), para a localidade de Patrocínio, MG, 1993

DOENÇA ESTIMADA (TAXA)	TEMPERATURA (°C)		MOLHAMENTO		PP*	R <sup>2</sup> **
	21-26	> 26	Diurno	Noturno		
$\hat{Y}_1 =$	-0,020				0,489	0,243
$\hat{Y}_2 =$		0,015			0,493	0,243
$\hat{Y}_3 =$			-0,213		0,517	0,288
$\hat{Y}_4 =$				0,122	0,440	0,255
$\hat{Y}_5 =$	-0,017	0,006			0,490	0,243
$\hat{Y}_6 =$	0,112		-0,268		0,545	0,297
$\hat{Y}_7 =$	-0,108			0,184	0,392	0,264
$\hat{Y}_8 =$		-0,329	-0,462		0,537	0,336
$\hat{Y}_9 =$		0,060		0,146	0,431	0,258
$\hat{Y}_{10} =$			-0,790	0,807	0,234	0,490
$\hat{Y}_{11} =$	0,050	-0,312	-0,473		0,548	0,337
$\hat{Y}_{12} =$	-0,097	0,024		0,187	0,394	0,264
$\hat{Y}_{13} =$		-1,122	-2,199	1,596	0,024	0,850
$\hat{Y}_{14} =$	-0,545	-1,563	-2,638	2,116	-0,265	0,998

\* Precipitação pluviométrica.

\*\* Coeficiente de determinação.



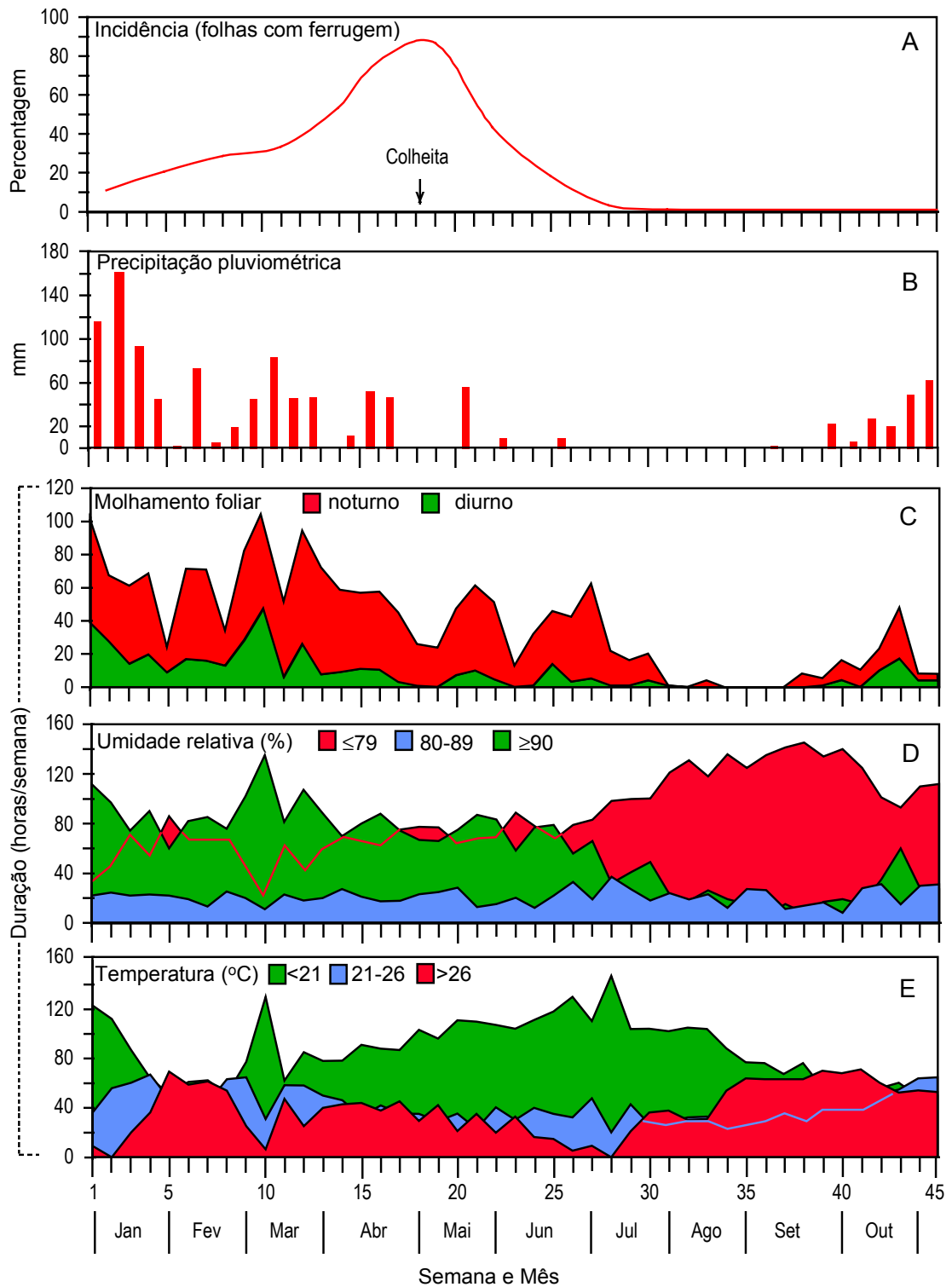


Figura 7 - Percentagem de folhas com ferrugem (A); precipitação pluviométrica semanal (B); número de horas semanais de molhamentos foliares diurno e noturno (C); umidade relativa do ar (D); e temperatura (E) para a localidade de Patrocínio, MG, 1994.

Quadro 11 - Efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas (número de horas de temperatura entre 21 e 26 °C, molhamentos foliares diurno e noturno e precipitação pluviométrica semanal) sobre a variável principal taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, para a localidade de Patrocínio, MG, 1994

VARIÁVEL	EFEITO	ESTIMATIVA
Temperatura (21-26 °C)	Direto sobre doença	-0,008728
	Indireto via molhamento diurno	-0,040573
	Indireto via molhamento noturno	-0,217002
	Indireto via precipitação pluviométrica	0,217403
	Total	-0,048900
Molhamento diurno	Direto sobre doença	0,248759
	Indireto via temperatura (21-26 °C)	0,001424
	Indireto via molhamento noturno	0,360520
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,386202
	Total	0,224500
Molhamento noturno	Direto sobre doença	0,908339
	Indireto via temperatura (21-26 °C)	0,002085
	Indireto via molhamento diurno	0,098733
	Indireto via precipitação pluviométrica	-0,109356
	Total	0,899800
Precipitação pluviométrica	Direto sobre doença	-0,451699
	Indireto via temperatura (21-26 °C)	0,004201
	Indireto via molhamento diurno	0,212689
	Indireto via molhamento noturno	0,219909
	Total	-0,014900
	Coefficiente de determinação	0,880326

Quadro 12 - Equações de regressão linear múltipla calculadas pela metodologia de análise de trilha para a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro, em função das horas semanais de temperatura, molhamento e precipitação pluviométrica (mm semanais), para a localidade de Patrocínio, MG, 1994

DOENÇA ESTIMADA (TAXA)	TEMPERATURA (°C)	MOLHAMENTO		PP*	R <sup>2</sup> **
	21-26	Diurno	Noturno		
$\hat{Y}_1 =$	-0,072			-0,050	0,004
$\hat{Y}_2 =$		0,882		-0,769	0,209
$\hat{Y}_3 =$			0,959	-0,247	0,867
$\hat{Y}_4 =$	-0,510	1,353		-1,417	0,349
$\hat{Y}_5 =$	0,081		0,970	-0,210	0,872
$\hat{Y}_6 =$		0,238	0,911	-0,439	0,880
$\hat{Y}_7 =$	-0,008	0,248	0,908	-0,451	0,880

\* Precipitação pluviométrica.

\*\* Coeficiente de determinação.

constatou-se que o modelo formado pelo molhamento foliar noturno e a precipitação pluviométrica ( $\hat{Y}_3$ ) explicou em 0,86 a variação da taxa de infecção, e a inclusão da temperatura 21-26°C apenas acrescentou 1,3% na explicação da taxa de infecção ( $\hat{Y}_5$ ); idêntico acréscimo apresentou o modelo ( $\hat{Y}_7$ ), em que foram incluídas todas as variáveis explicativas consideradas nesse ano.

Quanto ao comportamento da sazonalidade da doença (Figuras 5, 6 e 7) para a localidade de Patrocínio, o número de folhas com ferrugem para 1992 aumentou lentamente a partir de janeiro; para 1993 e 1994, esses níveis de doença foram maiores nesse mesmo mês, atingindo o ponto de máxima infecção praticamente na mesma época, com apenas uma semana de diferença entre esses anos. Para 1992, o ponto de máxima doença ocorreu na segunda semana de junho, portanto tardio em relação aos outros dois anos. Após atingir o ponto de máxima doença, ocorreu uma diminuição gradativa do número de folhas com ferrugem e os menores níveis de doença foram alcançados na última semana de outubro, na primeira semana de dezembro e na segunda semana de julho para 1992, 1993 e 1994, respectivamente.

Para ambas as localidades (Figuras 2, 4, 5, 6, 7), foram observadas três fases estacionais distintas na epidemia da ferrugem do cafeeiro. A primeira ocorreu no fim da estação seca, entre junho e setembro, quando se registraram a menor intensidade de precipitação pluviométrica, o maior número de horas com temperaturas menores que 21°C, horas de molhamentos foliares diurno e noturno relativamente baixos e a não-ocorrência de novas infecções. A segunda fase teve início logo após as primeiras precipitações pluviométricas ocorridas no final de outubro e início de novembro. Nessa fase, ocorreu um aumento do número de horas com temperaturas entre 21 e 26°C e de temperatura > 26°C, e houve aumento do número de horas de molhamento foliar. Além disso, do ponto de vista fenológico, o cafeeiro iniciou sua fase de recomposição foliar. Como consequência, o patógeno iniciou sua multiplicação e sua disseminação, em razão da disponibilidade de água livre para germinar e infectar, além de ser distribuído pela precipitação pluviométrica para a nova folhagem adjacente, até atingir o ponto de máxima infecção. A terceira fase caracterizou-se pela queda natural da

folhagem, que foi acelerada pelo manuseio no momento da colheita; essa fase ocorreu a partir de maio e junho até setembro e outubro.

#### 4. DISCUSSÃO

No estudo das correlações entre a doença na forma de taxa de infecção e as variáveis climáticas temperatura, umidade relativa, molhamento foliar e precipitação pluviométrica, constatou-se que as melhores correlações foram obtidas quando as condições climáticas foram defasadas três semanas e o valor das variáveis climáticas da terceira semana defasada era somado com o valor da semana anterior. Adotou-se essa metodologia até o ponto de máxima doença para o estudo das correlações, para identificar o momento, no curso da epidemia, em que se estabeleciam as melhores relações da doença com o clima, em razão do número de variáveis independentes e dos melhores valores das correlações. Em caso contrário, isso provocaria, na análise de trilha, graus de liberdade negativos associados ao erro porque o número de variáveis independentes era maior que o número de dados climáticos associados a valores de taxa de infecção da ferrugem.

A frequência de avaliações, em intervalos de 20 dias, permitiu dispor de maior número de dados de doença, conseqüentemente maior possibilidade de os graus de liberdade do erro serem positivos na análise de regressão. Entretanto, se a frequência de avaliação fosse mensal, como normalmente é realizada em experimentos para elaborar a curva epidemiológica da doença, a análise de

regressão seria impraticável, em razão do reduzido número de valores de taxa de infecção até o ponto de máxima doença no arquivo de dados.

Os resultados obtidos usando a taxa de infecção sugerem que essas mudanças bruscas de taxa que ocorrem no progresso da epidemia favorecem os valores das correlações, permitindo identificar o momento em que ocorre a melhor relação da doença com o clima. Esse comportamento demonstra a particular importância das correlações nos estudos epidemiológicos. Entretanto, há de se considerar o fato de que, ao se analisar a epidemia desde o seu início até o ponto de doença máxima, algumas das variáveis climáticas estão diretamente envolvidas no processo de reposição do inóculo. Posteriormente, de maneira geral, após o mês de abril, ocorreu uma redução da precipitação pluviométrica e do molhamento foliar noturno e aumento do número de horas semanais de temperatura  $< 21^{\circ}\text{C}$ , mas a epidemia continuou sua evolução por um a dois meses (Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7). Por outro lado, quando foram empregados dados de proporção de doença ajustados por regressão linear, a proporção de folhas com ferrugem estimada aumentou de forma constante. Os valores das correlações, mesmo sendo significativos em razão do número de pares de dados analisados, foram relativamente menores do que os obtidos usando a taxa de infecção da ferrugem, ou seja, nesse caso os valores das correlações entre a doença e o clima não foram favorecidos por essa metodologia. Este comportamento traduziu-se em pouca importância biológica, porque o período de incubação do fungo e sua repercussão na produção do inóculo ocorreu em período maior de defasagem.

Segundo Carvalho & Cruz (no prelo), na análise de regressão múltipla, a multicolinearidade entre variáveis independentes pode afetar o quadrado da distância entre o estimador de mínimos quadrados  $\hat{\beta}$  e o parâmetro  $\beta$  e, na análise de trilha, a multicolinearidade afeta o coeficiente de determinação total, sendo muito freqüente encontrar coeficientes de determinação maiores que 1. Esse fato foi constatado em todas as análises realizadas, em que severos níveis de multicolinearidade foram detectados entre as variáveis climáticas estudadas. A retirada do modelo das variáveis, que, por razões biológicas pouca importância teriam para favorecer o desenvolvimento da epidemia da ferrugem do cafeeiro,

tais como as horas de temperatura  $< 21^{\circ}\text{C}$  e as variáveis referentes à umidade relativa em todos os ciclos estudados, nas duas localidades, permitiu adequar a matriz de correlação para se realizar a análise de trilha. A exceção ocorreu em 1994, na localidade de Patrocínio, quando, por causa dos níveis de multicolinearidade existentes, foi necessário retirar, também, a variável temperatura  $> 26^{\circ}\text{C}$  para realizar a análise. A exclusão dessas variáveis, além de ser condição *sine qua non* para dar consistência à análise de trilha, também era necessária para que os graus de liberdade do erro não fossem negativos na análise de regressão. Oseguera (1980), Kushalappa & Chaves (1980) e Kushalappa (1980) consideraram, além das variáveis climáticas, as variáveis biológicas para explicar a taxa de infecção aparente da ferrugem. Se forem consideradas todas essas variáveis independentes, possivelmente os problemas de multicolinearidade entre elas seriam severos, *sensu* Carvalho & Cruz (no prelo). Kushalappa & Chaves (1980) também relataram o problema da multicolinearidade. Dessa maneira, menos de 50% dessas variáveis poderiam ter sido incluídas na análise de trilha; além disso, a relação de efeito-causa apareceria em poucas das variáveis incluídas no modelo.

Segundo a análise de trilha para a localidade de Teixeira, em 1992 e 1994, foram identificadas como variáveis de efeito-causa o número de horas semanais de temperatura 21-26 $^{\circ}\text{C}$  e a precipitação pluviométrica e o número de horas semanais de molhamento foliar noturno, respectivamente. Para Patrocínio, as variáveis de efeito-causa foram a temperatura 21-26 $^{\circ}\text{C}$  e o molhamento foliar noturno para 1992 e 1994, respectivamente. Deve-se considerar que, em 1993, em Patrocínio, apesar de não ter sido possível detectar, entre as variáveis explicativas, uma relação de efeito-causa, observaram-se efeitos diretos relativamente altos do molhamento foliar noturno sobre doença, favorecendo a epidemia; também observaram-se altos efeitos diretos sobre doença, porém negativos, do molhamento foliar diurno e da temperatura  $> 26^{\circ}\text{C}$ . As variáveis de efeito-causa identificadas pela análise de trilha, nas duas localidades, à exceção da temperatura 21-26  $^{\circ}\text{C}$  e a precipitação pluviométrica na localidade de Teixeira, apresentaram sinal positivo. Esse comportamento ocorreu porque essas



características declinaram sensivelmente a partir de maio (Figura 2), conseqüentemente seu efeito direto e a correlação foram negativos. Esse tipo de resultado está mais relacionado com o período em que essas variáveis têm seu efeito biológico reduzido sobre a epidemia, mas esta continua a progredir durante determinado tempo. Mesmo tendo sido incluída a temperatura  $> 26^{\circ}\text{C}$  nas análises de trilha realizadas, exceto para Patrocínio em 1994, essa variável não mostrou relação de efeito-causa em nenhuma das análises e, sim, efeito negativo sobre o aumento da epidemia da doença; portanto não deveria ser incluída nos modelos de previsão porque, aparentemente, a sua utilização não traz nenhuma vantagem.

Os dados obtidos em Patrocínio consolidam o resultado de Montoya & Chaves (1974), que demonstraram a existência de uma correlação positiva entre temperatura e infectividade da ferrugem do cafeeiro até  $26^{\circ}\text{C}$ . Também as variáveis identificadas como de efeito-causa pela análise de trilha (temperatura  $21\text{-}26^{\circ}\text{C}$ , molhamento foliar noturno) confirmam os resultados obtidos por Akutsu (1981), nos quais a temperatura favorável à infecção e à germinação esteve compreendida entre  $21$  e  $26^{\circ}\text{C}$ ; consolidam também os trabalhos de Ward (1882), citado por Chaves et al. (1970), e os estudos de Akutsu (1981) sobre a importância da água livre na epidemia da ferrugem do cafeeiro.

A importância do molhamento foliar pode ser visualizado nos resultados obtidos em Patrocínio. Em 1992, quando não foi possível quantificar o molhamento foliar, as variáveis climáticas apenas explicaram 0,62 da variação da taxa de infecção da ferrugem (variável básica) em relação aos resultados dos outros anos, nas duas localidades. Percebe-se a importância da presença do molhamento nesses modelos em que o grau de explicação da variável básica foi maior que 0,80.

Empregando a análise de trilha, Costa et al. (1993) puderam determinar, dentre as variáveis climáticas, as que tiveram efeitos relativamente grandes, diretos ou indiretos, na intensidade de vassoura-de-bruxa no cacaueteiro (*Crinipellis pernicioso*); também Bowers et al. (1990) identificaram as variáveis de precipitação pluviométrica que tiveram efeitos na incidência e na taxa de

infecção de *Phytophthora capsici* no pimentão. Neste estudo, aplicando a análise de trilha na epidemia da ferrugem do cafeeiro, foi evidenciada a potencialidade dessa técnica de análise multivariada em identificar as variáveis climáticas de importância biológica na epidemia da doença, por meio de uma relação de efeito- causa. Sem dúvida, essa técnica permite compreender melhor as inter-relações que ocorrem entre variáveis climáticas e seu efeito sobre a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro. A particular vantagem dessa análise aplicada à fitopatologia é que, mesmo num patossistema, onde poucos são os estudos sobre a biologia do organismo envolvido, fazendo uma estratificação adequada das variáveis climáticas, poderiam ser identificadas relações de efeito- causa, permitindo a elaboração de modelos de previsão de doença com o menor número possível de variáveis. Essa proposta é sempre desejada e Li (1975) relata que, nas hipóteses científicas, se dois fatores são suficientes para explicar um determinado fato, nunca deveria ser introduzido um terceiro, ou seja, deveria ser seguido o princípio matemático da parcimônia.

Nos anos de alta produção das duas localidades, foram identificadas, pela análise de trilha, as mesmas variáveis climáticas de efeito- causa. Entretanto, em Teixeira, a temperatura 21-26 °C teve efeito direto negativo. A exceção foi a precipitação pluviométrica em 1992, que também teve efeito direto e correlação negativa na mesma localidade. Esse tipo de comportamento significa que uma situação de estresse fisiológico do cafeeiro, pela alta carga pendente (Zambolim et al., 1992; Silva-Acuña, 1994), poderia ter permitido a uniformidade de efeito de determinado fator ambiental sobre a epidemia da ferrugem do cafeeiro. Ao contrário, em Patrocínio, em 1993, a carga pendente foi baixa e os níveis da doença evoluíram, mas sem atingir os mesmos níveis obtidos nos anos de alta carga. A análise de trilha não foi capaz de evidenciar relação de efeito- causa com as variáveis climáticas consideradas, apenas altos efeitos diretos sobre a taxa de infecção da doença. Por outro lado, o fato de a precipitação pluviométrica aparecer como exceção para a localidade de Teixeira, em 1992, poderia ser explicado considerando a hipótese de compensação proposta por Rotem (1978) e porque a epidemia continuou a aumentar enquanto a precipitação pluviométrica

declinou um a dois meses antes do pico da doença. Esse autor relatou que um fator físico ou abiótico do microclima pode compensar a limitação imposta pelos estados desfavoráveis simultâneos de um outro fator; assim, nada impediria que, em cada ciclo estudado, em duas localidades distintas, pudesse surgir uma variável explicativa distinta entre elas, porque sempre haveria esse efeito de compensação.

Kushalappa et al. (1983) propuseram o modelo de razão de sobrevivência líquida para o processo monocíclico da ferrugem do cafeeiro. Eles indicaram que certas combinações ou seqüências de fatores meteorológicos para intervalos conhecidos controlariam vários processos epidemiológicos e, dessa maneira, estariam diretamente relacionadas com o desenvolvimento da doença. No estudo das correlações, em que identificou-se, no curso da epidemia, a defasagem no tempo mais adequada das relações da doença com o clima e, posteriormente, empregou-se a análise de trilha, em virtude dos altos coeficientes de determinação e da identificação de variáveis climáticas de efeito-causa, que, reconhecidamente estão diretamente envolvidas na epidemia da ferrugem, ficou demonstrado que essa seqüência dos fatores meteorológicos em intervalos conhecidos pode ser utilizada para explicar a epidemia da ferrugem do cafeeiro.

Apesar de serem duas localidades diferentes e de localização geográfica distintas, o padrão estacional da doença é o mesmo. A partir de janeiro, inicia-se o aumento gradativo do número de folhas com ferrugem, atingindo o ponto de máxima entre maio e junho. Após a colheita dos frutos, inicia-se a diminuição da doença, atingindo o seu valor mínimo entre outubro e dezembro e, a partir deste último, reinicia-se o ciclo. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Figueiredo et al. (1974) para o Estado de São Paulo, por Oseguera (1980), Kushalappa & Chaves (1980), Chalfoun & Zambolim (1985) e Jaramillo (1988) para o Estado de Minas Gerais. O padrão sazonal da doença foi basicamente influenciado pelas condições microclimáticas e pelo comportamento fenológico do cafeeiro em cada uma dessas localidades. Em outros países, onde o cafeeiro é cultivado comercialmente e a doença está presente, como no Quênia (Rayner,

1957; Bock, 1962b) e na Venezuela (Farrera, 1990), também existe essa sazonalidade.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Por meio da análise de trilha, estudou-se a relação entre as variáveis climáticas: temperatura ( $< 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entre  $21\text{ e }26\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $> 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa ( $\leq 79\%$ , entre  $80\text{ e }89\%$  e  $\geq 90\%$ ), molhamentos foliares diurno (MFD) e noturno (MFN), na forma de horas semanais, precipitação pluviométrica (PP) em mm, e taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) nas localidades de Teixeira e Patrocínio, Estado de Minas Gerais, durante três anos (1992/1994).

Os dados semanais das variáveis climáticas foram defasados três semanas e somados com os da semana anterior. Após o cálculo da matriz de correlação, testou-se a multicolinearidade das variáveis climáticas, detectando severos níveis. A matriz de correlação formada pelas variáveis, expressas por horas semanais de temperatura entre  $21\text{ e }26^{\circ}\text{C}$  e  $> 26^{\circ}\text{C}$ , pelo MFD e MFN e pela PP, não apresentou multicolinearidade, exceto para 1994, em Patrocínio, onde foi necessário excluir da matriz de correlação os dados de temperatura  $> 26^{\circ}\text{C}$ , por persistir a multicolinearidade entre as variáveis. Na análise de trilha, a variável principal foi a taxa de infecção da ferrugem, e como variáveis explicativas utilizaram-se as características climáticas.

Segundo a análise de trilha, para Teixeira em 1992 e 1994, foram identificadas como variáveis de efeito-causa a temperatura entre  $21\text{ e }26^{\circ}\text{C}$  e a PP

e o MFN, respectivamente. Para Patrocínio, as variáveis de efeito-cause foram a temperatura entre 21 e 26°C e o MFN para 1992 e 1994, respectivamente. No ano de 1993, em Patrocínio, apesar de não ter sido possível detectar a relação de efeito-cause das variáveis explicativas, foi constatado alto efeito direto do MFN sobre a taxa de infecção da ferrugem. Essas variáveis climáticas são de fundamental importância na epidemia da ferrugem do cafeeiro. Assim, um modelo de previsão da doença, composto por horas semanais de temperatura entre 21 e 26 °C, de molhamento foliar noturno e de precipitação pluviométrica (semanal), pela sua simplicidade, pode ser empregado para determinar as necessidades de controle químico da ferrugem do cafeeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKUTSU, M. Relação de funções climáticas e bióticas com a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Viçosa, MG, UFV, 1981, 67 p. (Tese M.S.).
- BOCK, K.R. Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under field conditions. Transactions of British Mycological Society 41: 63-74, 1962a.
- BOCK, K.R. Seasonal periodicity of coffee leaf rust and factors affecting the severity of outbreaks in Kenya colony. Transactions British of Mycological Society 45: 289-300, 1962b.
- BOWERS, J.H.; SONODA, R.M.; MITCHEL, D.J. Path coefficient analysis of the effect of rainfall variables on the epidemiology of phytophthora blight of peper caused by *Phytophthora capsici*. Phytopathology 80: 1439-1446. 1990.
- BURDEKIN, B.A. Wind and water dispersal of coffee leaf rust in Tanganyka. Kenya Coffee 25: 212-213, 1960.
- BUTT, D.J. & ROYLE, D.J. Multiple regression analysis in the epidemiology of plant disease. In: Kranz, J. ed. Epidemic of plant disease: mathematical analysis and modeling. New York, Springer-Verlag, 1974. p. 78-114.
- CARVALHO, S.P. de & CRUZ, C.D. Diagnóstico da multicolinearidade: avaliação da adequação de matrizes de correlação utilizadas em estudos genéticos. Revista Ceres (No prelo).

- CHALFOUN, S.M.; PAIVA, F.A.; PEREIRA, A.A.; SILVA, C.M. Evolução da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) em relação às variáveis climáticas de algumas localidades do Estado de MG, no ano agrícola 1972-73. In: Projeto Café. EPAMIG. Relatório anual 1973-74. p. 133-144.
- CHALFOUN, S.M. & SILVA, C.M. Evolução da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) em relação às variáveis climáticas de algumas localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, Araxá, 1979. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1979. p. 274-276.
- CHALFOUN, S.M. & ZAMBOLIM, L. Ferrugem do cafeeiro. Informe Agropecuário 11: 42-46, 1985.
- CHAVES, G.M.; CRUZ FILHO, J.; CARVALHO, M.G.; MATSUOKA, K.; COELHO, D.T.; SHIMOYA, C. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. Seiva 1970. 75 p. (Edição Especial).
- CORNELL, J.A. & BERGER, R.D. Factors that influence the coefficient of determination in single linear and nonlinear models. *Phytopathology* 77: 63-70, 1987.
- COSTA, J.C.B.; CRUZ, C. D.; MAFFIA, L.A. Análise de trilha entre variáveis climáticas relacionadas à temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica e intensidade de vassoura de bruxa em *Theobroma cacao* em Altamira-PA. *Fitopatol. bras.* 18: 347. 1993. (Resumo nº 485).
- FARRERA, P.R.E. Epidemiology of coffee rust in Venezuela and simplified disease prediction model. Fort Collins, Colorado State University, 1990. 66 p. (Tese M.S.).
- FIGUEIREDO, P.; SILVEIRA, A.P.; MARIOTTO, P.R.; GERALDO Jr., C. Flutuação da ferrugem do cafeeiro no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2, Poços de Caldas, 1974. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1974. p. 101-102.
- FIGUEIREDO, P.; ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A.; MARIOTTO, P.R.; PALAZZO, D.A. Presença de uredósporos de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., no ar, e sua importância sobre a epidemiologia da ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS 5, Guarapari, 1977. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1977. p. 87-88.
- JARAMILLO, T. Esquema, métodos de aplicação e translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Viçosa, MG, UFV, 1988. 69 p. (Tese M.S.).



- KUSHALAPPA, A.C. & MARTINS, C.P. Incubation and generation periods for *Hemileia vastatrix* on coffee in Viçosa, MG. Fitopatol. bras. 5: 177-183, 1980.
- KUSHALAPPA, A.C. Modelos de regressão e de "path" para a taxa de desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. Fitopatol. bras. 5: 411, 1980 (Resumo).
- KUSHALAPPA, A.C. & CHAVES, G.M. An analysis of the development of coffee rust in the field. Fitopatol. bras. 5: 95-103, 1980.
- KUSHALAPPA, A.C.; AKUTSU, M.; LUDWING, A. Application of survival ratio for monocyclic process of *Hemileia vastatrix* in predicting coffee rust infection rates. Phytopathology 73: 96-103, 1983.
- LI, C.C. Path analysis: a primer. California, The Boxwood Press, Pacific Grove. 1975. 346 p.
- MONTOYA, R.H. & CHAVES, G.M. Influência da temperatura e da luz na germinação, infectividade e período de geração de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. Experientiae 18: 239-266, 1974.
- MORAES, S.A.; SUGIMORI, M.H.; RIBEIRO, I.J.A.; ORTOLANI, A.A.; PEDRO Jr., M.S. Período de incubação de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. em três regiões do Estado de São Paulo. Summa Phytopathologica 2: 32-38, 1976.
- NUTMAN, F.J.; ROBERTS, F.M.; BOCK, K.R. Method of uredospores dispersal of the coffee leaf rust fungus, *Hemileia vastatrix*. Transactions of British Mycological Society 43: 509-515, 1960.
- NUTMAN, F.J. & ROBERTS, F.M. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. Transactions of British Mycological Society 46: 27-48, 1963.
- OSEGUERA, V.S.H. Efeito de fatores biológicos e climáticos sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) do cafeeiro. Viçosa, MG, UFV, 1980, 57 p. (Tese M.S.)
- RAYNER, R.W. Leaf rust. In: Coffee board of Kenya. Monthly Bulletin. 1935-1956. Nairobi, 1957. p. 101-110.
- RAYNER, R.W. Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Annual of Applied Biology 49: 493-505, 1961.
- RAYNER, R.W. Micología y biología de la roya del cafeto. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas de la O.E.A., Turrialba, Costa Rica, 1972. 175 p.

- ROTEM, J. Climatic and weather influences on epidemic. In: HORSFALL, J. G. & COWLING, E.B. eds. Plant disease an advanced treatise. New York, Academic Press, 1978. p. 317-337.
- SILVA-ACUÑA, R. Intensidad de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en cafetos con diferentes niveles de producción controlada en Venezuela. *Café Cacao The* 38: 19-24. 1994.
- SILVA-ACUÑA, R.; CRUZ, C.D.; VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. PROGRESSA: um programa para estudo das epidemias de doenças de plantas. *Fitopatol. bras.* 20 (suplemento): 368, 1995. (Resumo nº 558).
- SINGH, R.K. & CHAUDARY, B.D. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publisher. 1979. 304 p.
- VALE, F.X.R. ; ZAMBOLIM, L.; JESUS, G. Modelo para estudo da influência dos fatores do ambiente sobre a infecção por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. *Fitopatol. bras.* 13: 148, 1988. (Resumo).
- ZAMBOLIM, L.; SILVA-ACUÑA, R.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). *Fitopatol. bras.* 17: 32-35. 1992.

## CAPÍTULO 2

### ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) PELA APLICAÇÃO DE FUNGICIDA SISTÊMICO E PROTETOR

#### 1. INTRODUÇÃO

O controle químico de doenças de plantas desempenha papel significativo na redução de perdas nas culturas agrícolas, contribuindo para manter a qualidade e a quantidade dos alimentos produzidos. No caso da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), a situação não é diferente. Kushalappa & Eskes (1989) assinalam perdas de um a dois milhões de dólares para a cafeicultura mundial. No Brasil, as perdas causadas por essa doença são variáveis, atingindo redução média de 30 a 35% na produção em decorrência das diferenças climáticas regionais (Monaco, 1977; Zambolim et al., 1985).

Na atualidade, os fungicidas mais empregados no controle da ferrugem do cafeeiro são os sistêmicos do grupo dos triazóis, nas formulações concentrado emulsionável, pó molhável e granuladas. Dentre esses fungicidas, destacam-se o

triadimenol e o cyproconazole, que podem estar misturados ou não com o inseticida dissulfoton em formulação granulada. Porém, mesmo com o crescente uso desses fungicidas, aplicados tanto via foliar como no solo, a utilização de fungicidas cúpricos como protetores de folhagem constitui ainda alternativa de controle, não apenas por reduzir a intensidade de ataque da doença, mas também por favorecer a nutrição da planta, induzindo um efeito “tônico” ao cafeeiro (Burdekin, 1969; Aduayi, 1975).

Os trabalhos pioneiros sobre a utilização de fungicidas cúpricos no Brasil, especificamente no Estado de Minas Gerais, foram realizados por Chaves et al. (1971), que indicaram, em caráter experimental, um sistema de controle da doença, iniciando as pulverizações em agosto e estendendo-as até fevereiro. Posteriormente, Cruz Filho & Chaves (1975) relataram que seria conveniente iniciar as aplicações no mês de dezembro e terminá-las em março, período de maior intensidade pluviométrica, com uso de 3 a 5 kg/ha do fungicida cúprico, contendo 50% de cobre metálico, calda bordalesa a 1% ou calda Viçosa (Cruz Filho & Chaves, 1985). Jaramillo (1988) afirmou que o tratamento com quatro pulverizações de oxiclureto de cobre 50 PM, entre dezembro e março, proporcionou maior produção e retorno econômico. Esses resultados consolidaram como época adequada para controlar a ferrugem do cafeeiro, utilizando fungicidas cúpricos, os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março.

Em 1986, foram iniciados trabalhos utilizando o fungicida sistêmico triadimenol aplicado no solo, na formulação granulada. Zambolim et al. (1987), na Zona da Mata de Minas Gerais, utilizaram doses de 50 g/cova do triadimenol 1G, aplicadas no mês de janeiro, e em janeiro e março; Mansk & Matiello (1987), em Venda Nova, Espírito Santo, aplicaram as doses de 50 e 40 g/cova no mês de dezembro. Ambos os trabalhos obtiveram controle eficiente da doença, sem observar diferenças neste controle entre esta época e as épocas estudadas pelos primeiros autores. De modo similar, Almeida et al. (1987), utilizando a mesma dose de triadimenol 1G (50 g/cova), reafirmaram a eficiência da formulação no controle da doença em uma única aplicação no solo. Posteriormente, Jaramillo (1988) consolidou esses resultados, concluindo que a dose de 40 g/cova de

triadimenol 1G, em uma ou duas aplicações no solo, foi tão eficiente no controle da ferrugem quanto o oxiclureto de cobre e o triadimenol aplicados, via foliar, na região da Zona da Mata de Minas Gerais.

Os trabalhos mais recentes envolvendo o uso do triadimenol empregam a formulação granulada a 6%. Assim, Luckmann (1993a) e Matielli et al. (1993) avaliaram doses de triadimenol 6 GR, compreendidas entre 10 e 20 kg/ha, aplicadas no mês de novembro, no Paraná, e na primeira quinzena de dezembro em Monte Carmelo e Patrocínio, no Estado de Minas Gerais, constatando que a partir da dose de 12 kg/ha os resultados foram satisfatórios. Ambos os autores concordaram que a dose de 15 kg/ha proporcionou bom efeito visual à cultura, mantendo o café bem enfolhado após a colheita e sendo altamente eficiente. Semelhantes resultados obtiveram Silva & Silveira (1994).

Outra estratégia de controle avaliada desde 1989 foi a aplicação, no solo, da mistura do fungicida sistêmico triadimenol com o inseticida dissulfoton, em formulação granulada, com o objetivo de realizar, de forma conjunta, o controle da ferrugem do cafeeiro e do bicho-mineiro (*Perileuoptera coffeella* Guerin-Meneville). Os danos causados por esta praga são variáveis em função da localidade e do ano, causando acentuada desfolha no cafeeiro após a colheita. Souza & Reis (1992) observaram que os prejuízos causados pela praga no sul de Minas Gerais, em São Paulo e no Espírito Santo atingiram 52, 37 e 80% de redução na produção, respectivamente, sendo a desfolha da ordem de 67 e 50% para o sul de Minas e São Paulo, respectivamente, o que comprometeu, significativamente, a longevidade do cafeeiro.

Os primeiros trabalhos de pesquisa com fungicida e inseticida visaram determinar a proporção de cada um dos agroquímicos e as épocas em que deviam ser aplicados (Carneiro et al., 1989). Com esses objetivos, Almeida & Matiello (1989), avaliando diferentes doses da mistura (triadimenol + dissulfoton) na proporção de 1,5:7,5 em Varginha, Minas Gerais, verificaram que a melhor época de aplicação é no início de dezembro, principalmente se a produção esperada for alta, utilizando 30 g/cova. Posteriormente, Mansk & Matiello (1991) confirmaram que a proporção de mistura de 1,5:7,5 apresentou o melhor

desempenho contra a infecção e desfolha nas doses de 30 e 37 g/cova, respectivamente. Resultados similares foram obtidos por Almeida & Matiello (1991) quando testaram a mesma proporção da mistura fungicida: inseticida, utilizando as doses de 33 e 40 g/cova no primeiro ano do experimento. Observaram, também, que, a partir do segundo ano, não houve diferenças entre as doses utilizadas, que variavam entre 16 e 40 g/cova.

Nos trabalhos mais recentes, adotou-se nos experimentos a formulação comercial da mistura fungicida:inseticida na proporção 1,5:7,5. Nesse sentido, Luckmann (1993b) estudou três épocas e três doses de triadimenol + dissulfoton no norte do Paraná. Para a região de Londrina, o autor concluiu que a melhor época de aplicação foi novembro e dezembro e que a dose mais eficiente foi a de 50 kg/ha. Essa constatação de Luckmann (1993b) foi reforçada por Matielli et al. (1994), mostrando que aplicações tardias, em relação a dezembro, proporcionaram aumento do índice de infecção da doença, portanto não são recomendadas.

Atualmente, no que se refere ao controle da doença na Zona da Mata de Minas Gerais, poucos trabalhos têm sido feitos com relação a doses do fungicida granulado e a estratégias de aplicação do fungicida cúprico. Em razão disso, os objetivos deste trabalho foram:

1. avaliar estratégias alternativas de uso de fungicidas cúpricos, mantendo a mesma quantidade de ingrediente ativo/ha, com menor número de pulverizações;
2. determinar a dose adequada de triadimenol 6 GR para o controle eficiente da ferrugem; e
3. avaliar o comportamento da doença com o uso de diferentes doses de triadimenol + dissulfoton.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos durante três anos agrícolas (1991-1994), nas localidades de Teixeira e Patrocínio, Zona da Mata e Região do Alto Paranaíba do Estado de Minas Gerais, respectivamente. Em Teixeira, o ensaio foi instalado na Fazenda Patrimônio, localizada nas coordenadas geográficas 20°39'00"S e 42°50'50" W, com altitude de 690 m e topografia ondulada; em Patrocínio, na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG), localizada nas coordenadas geográficas 18°57'09"S e 46°59'43" W, à altitude de 1.000 m, com topografia leve e ondulada.

Em Teixeira, o cultivar de café (*Coffea arabica* L.) utilizado foi 'Catuaí Amarelo' (LCH -2077-2-5-86), com seis anos de idade, plantado num espaçamento de 3,0 × 1,3 m para uma população de 2.564 plantas/ha; em Patrocínio, o cultivar empregado foi o 'Catuaí Vermelho' (LCH-2077-2-5-99), com cinco anos de idade, plantado num espaçamento de 3,5 × 1,0 m para uma densidade de 2.857 plantas/ha. Nas duas localidades, a cultura apresentou boa produção de frutos, uniformemente distribuída na área experimental, assim como o grau de enfolhamento e o porte das plantas.

Os fungicidas empregados nos ensaios foram o oxicloreto de cobre 50 PM, triadimenol 6 GR e triadimenol+dissulfoton (1,5+7,5) G. Em Teixeira, o

fungicida oxiclureto de cobre foi aplicado com pulverizador costal motorizado, marca JACTO, adaptado com turbina rotativa com abertura nº 2, gastando em média 300 l/ha de água como veículo de aplicação; em Patrocínio, a aplicação foi realizada com pulverizador costal manual, marca GUARANY, com bico de jato cônico, com gasto médio de 340 l/ha. Os fungicidas granulados triadimenol e triadimenol + dissulfoton, em ambas as localidades, foram aplicados no solo, na projeção da folhagem da saia do cafeeiro, em ambos os lados das plantas da parcela experimental, num sulco de 5 a 8 cm de profundidade, e imediatamente coberto com o mesmo solo removido, em parcelas experimentais constituídas de cinco plantas úteis.

As avaliações de doença realizaram-se em intervalos regulares de 20 dias. Para isso foram coletadas 50 folhas por parcela experimental (10 folhas/planta) do terceiro ou quarto par, retirados dos ramos plagiotrópicos aleatoriamente selecionados nos terços inferior e médio das plantas, determinando-se: o número de folhas com ferrugem; o número de lesões com e sem esporos e a área foliar lesionada pela ferrugem, avaliada de acordo com a escala diagramática de Kushalappa & Chaves (1980). Com os valores de incidência e severidade obtidos das avaliações dos três anos agrícolas das localidades de Teixeiras e Patrocínio, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (ACPD) usando o programa desenvolvido por Carmo (1989), e que, segundo Kranz (1974), é o que melhor descreve o comportamento de uma doença e seu efeito sobre o hospedeiro. Também foi quantificada a produção dos frutos, sendo transformada em kg/ha de café beneficiado, conforme os critérios estabelecidos por Bartholo et al. (1989).

No primeiro ano agrícola (1991/1992), para ambas as localidades, o delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, e a unidade experimental estava constituída de cinco plantas úteis, e essas parcelas possuíam planta de bordadura entre duas unidades experimentais e uma fileira de plantas entre as repetições. Os tratamentos avaliados foram os seguintes: 1. oxiclureto de cobre 50 PM a 1,5 kg/ha aplicado nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março (padrão regional); 2. oxiclureto de cobre 50



PM a 2,0 kg/ha aplicado nos meses de janeiro, fevereiro e março; 3. oxiclreto de cobre 50 PM a 3,0 kg/ha aplicado nos meses de janeiro e março; 4. triadimenol 6 GR a 0,24 kg/ha; 5. triadimenol 6 GR a 0,48 kg/ha; 6. triadimenol 6 GR a 0,72 kg/ha; 7. triadimenol + dissulfoton (1,5+7,5) G a 1,92+ 9,60 kg/ha para Teixeira e 2,14+10,70 kg/ha para Patrocínio; 8. testemunha (sem aplicação de fungicida).

Os tratamentos quatro a sete, utilizando os fungicidas granulados, foram aplicados no solo de uma única vez, durante a primeira quinzena de janeiro de cada ano agrícola. Para Teixeira, as pulverizações foliares de oxiclreto de cobre realizaram-se aos 75, 103, 131 e 159 dias após a floração principal (DAFP), correspondendo aos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, respectivamente, e de acordo com a estratégia de uso da formulação cúprica. Os outros quatro tratamentos, com os fungicidas granulados, foram aplicados aos 103 DAFP, correspondendo ao mês de janeiro. As avaliações do experimento realizaram-se aos 100, 121, 142, 163, 184 e 205 DAFP. Em Patrocínio, onde se avaliaram os mesmos tratamentos, as pulverizações foliares realizaram-se aos 72, 103, 134 e 162 DAFP, de acordo com cada uma das estratégias de uso do fungicida cúprico, sendo as formulações granuladas aplicadas aos 103 DAFP. As avaliações de doença foram realizadas aos 100, 121, 142, 163, 184, 205, 226, 247 e 268 DAFP. Para esta localidade, em razão de maior densidade de plantas/ha e por ter sido adotado o critério de usar dose/planta do triadimenol + dissulfoton, usou-se a dose 2,14+10,70 kg/ha. Não houve modificação para os outros tratamentos.

Para o segundo ano agrícola (1992/1993), os tratamentos, que no primeiro ano do ensaio foram arranjados em blocos casualizados, foram reestruturados para parcelas subdivididas com a finalidade de avaliar a evolução da doença ao se utilizarem doses menores ou ao suprimi-las totalmente; foram, também, utilizadas cinco plantas úteis por unidade experimental e bordaduras entre os tratamentos e as repetições, como no primeiro ano agrícola (1991/1992), para ambas as localidades. Os tratamentos com aplicação na parcela de oxiclreto de cobre foram divididos em duas subparcelas: uma recebeu a mesma dose inicial e a outra não foi pulverizada. Os tratamentos que receberam na parcela o

fungicida triadimenol foram divididos em três subparcelas: uma delas recebeu a mesma dose inicial, a outra recebeu a metade da dose inicial e a terceira não recebeu aplicação do fungicida. O tratamento com triadimenol + dissulfoton na parcela também foi dividido em duas subparcelas: uma recebeu a dose inicialmente adotada e a outra, a metade da dose (1,92 + 9,60 e 0,96 + 4,80 kg/ha de triadimenol + dissulfoton, respectivamente), (Quadro 1). Em Teixeira, as pulverizações de oxiclreto de cobre na subparcela foram realizadas aos 124, 152, 180 e 208 DAFP, de acordo com cada uma das estratégias avaliadas, e a aplicação dos fungicidas granulados realizou-se aos 152 DAFP. As avaliações de doença realizaram-se aos 123, 144, 165, 186 e 228 DAFP. Para Patrocínio, as pulverizações de oxiclreto de cobre foram feitas aos 127, 155, 183 e 211 DAFP, correspondendo aos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de cada estratégia de controle, e os fungicidas granulados foram aplicados aos 155 DAFP. As doses de triadimenol + dissulfoton foram de 2,14 + 10,70 e 1,07 + 5,35 kg/ha, respectivamente, em cada subparcela. As avaliações de doença foram realizadas aos 125, 146, 167, 188, 209, 230 e 251 DAFP.

De modo similar ao do segundo ano agrícola (1992/1993), os tratamentos com aplicação de oxiclreto de cobre e triadimenol foram iguais no terceiro ano agrícola (1993/1994), (Quadro 1). Para Teixeira, as pulverizações com oxiclreto de cobre realizaram-se aos 73, 103, 133 e 163 DAFP e as avaliações de doença aos 84, 105, 126, 147, 168, 189, 210 e 231 DAFP. Neste ciclo, os tratamentos com aplicação de triadimenol + dissulfoton foram mudados em relação à dose utilizada para ambas as localidades: os tratamentos que durante o ciclo de 1991/1992 e 1992/1993 receberam aplicação consecutiva de 1,92 + 9,60 kg/ha em Teixeira e de 2,14+10,70 kg/ha em Patrocínio, no ciclo de 1993/1994, não receberam aplicação da mistura fungicida + inseticida. A subparcela que inicialmente recebeu em Teixeira 1,92 + 9,60 kg/ha de triadimenol + dissulfoton no ciclo de 1991/1992 e que, em 1992/1993, recebeu 0,96 + 4,80 kg/ha (metade da dose inicial), no terceiro ciclo (1993/1994) recebeu a metade da dose do segundo ciclo (0,48 + 2,40 kg/ha), (Quadro 1). A aplicação dos fungicidas

Quadro 1 - Tratamentos adotados no ciclo de 1992/1993 e 1993/1994, para avaliação de oxiclureto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), nas localidades de Teixeira e Patrocínio, MG, 1995

Tratamento	Época de Aplicação	Ciclo			
		1992/1993		1993/1994	
		Teixeiras	Patrocínio	Teixeiras	Patrocínio
		----- kg/ha/aplicação -----			
Ox. de cobre	dez., jan., fev., mar.	1,50	1,50	1,50	1,50
Ox. de cobre <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
Ox. de cobre	jan., fev., mar.	2,00	2,00	2,00	2,00
Ox. de cobre <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
Ox. de cobre	jan., mar.	3,00	3,00	3,00	3,00
Ox. de cobre <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
Triadimenol	jan.	0,24	0,24	0,24	0,24
Triadimenol	jan.	0,12	0,12	0,12	0,12
Triadimenol <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
Triadimenol	jan.	0,48	0,48	0,48	0,48
Triadimenol	jan.	0,24	0,24	0,24	0,24
Triadimenol <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
Triadimenol	jan.	0,72	0,72	0,72	0,72
Triadimenol	jan.	0,36	0,36	0,36	0,36
Triadimenol <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
Triad. + Dissul.	jan.	1,92+9,60	2,14+10,70	-	-
Triad. + Dissul.	jan.	0,96+4,80	1,07+ 5,35	0,48+2,40	0,54+2,70
Testemunha	-	Sem controle de ferrugem			

(1). Subparcela sem reaplicação.

granulados em Teixeira foi realizada aos 103 DAFP. De modo análogo, essas mesmas modificações foram realizadas em Patrocínio, isto é, as doses de triadimenol + dissulfoton foram 2,14 + 10,70, 1,07 + 5,35 e 0,54 + 2,70 kg/ha (Quadro 1), aplicadas aos 93 DAFP, na mesma ocasião em que foi aplicado o fungicida triadimenol. As pulverizações com oxiclureto de cobre foram realizadas aos 62, 93, 124 e 152 DAFP, e as avaliações de doença foram feitas aos 53, 74, 95, 116, 137, 158, 179 e 200 DAFP.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (Euclides, 1983) e as comparações dos tratamentos, por contrastes ortogonais.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Ensaio de Controle Químico da Ferrugem do Cafeeiro, em Teixeira, Região da Zona da Mata de Minas Gerais

##### 3.1.1. Ciclo de 1991/1992

Nas características quantificadas sobre a doença, isto é, a área diária abaixo da curva para a percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCE), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE), observou-se que o tratamento testemunha apresentou os maiores níveis de doença (Quadro 2). De maneira geral, observou-se efeito da dose de triadimenol, sendo a maior dose (0,72 kg/ha) a mais eficiente no controle da doença. As estratégias de uso da formulação cúprica, em média, apresentaram níveis de doença menores do que as diferentes doses de triadimenol; entretanto, o tratamento com quatro pulverizações do oxiclóreto de cobre apresentou os maiores valores médios nas características quantificadas sobre a doença, à exceção da ANLCE quando comparada com a do tratamento que recebeu duas pulverizações. O tratamento com três pulverizações do fungicida cúprico

Quadro 2 - Área diária abaixo da curva para a percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCF), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE) e produção de grãos, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicloreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Teixeira, Minas Gerais (ciclo de 1991/1992)

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		AFCF	AAFCF	ANLCE	ANLSE	Produção	
Ox. de Cobre (Foliar)		----- % dia <sup>(1)</sup> -----		----- n <sup>o</sup> dia <sup>(2)</sup> -----		-- kg/pl <sup>(3)</sup> --	- Sc/ha <sup>(4)</sup>
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	22,15	41,15	40,40	15,80	1,462	62,4
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	16,65	28,97	33,50	11,65	1,308	55,8
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	18,80	37,62	43,10	12,59	1,317	56,2
$\bar{Y}$ Cúprico		19,20	35,91	39,00	13,34	1,362	58,2
Triadimenol (Solo)							
- 0,24 kg/ha/aplic	jan.	31,50	161,50	212,50	58,55	1,453	62,0
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	20,00	49,87	74,30	35,55	1,428	61,0
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	18,00	19,95	26,90	49,39	1,412	60,3
$\bar{Y}$ Triadimenol		23,16	77,10	104,56	47,83	1,431	61,1
Triad. + Dissul. (Solo)	jan.	13,54	22,55	29,50	16,30	1,527	65,2
$\bar{Y}$ Sistêmicos		18,35	49,82	67,03	32,06	1,479	63,1
Testemunha		32,00	110,20	163,65	80,65	1,464	62,5

(1) Percentagem de folhas com ferrugem e de área foliar lesionada.dia.

(2) Número de lesões.dia.

(3) Café beneficiado kg/planta.

(4) Sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare.

Ox. de Cobre = Oxicloreto de cobre 50 PM.

Triadimenol = Triadimenol 6 GR.

Triad. + Dissul. = Triadimenol + Dissulfoton (1,92 + 9,60 kg/ha).

apresentou em média os menores valores das características de doença. Embora não fosse recomendado para o local, observaram-se tendências de maior produção no tratamento com quatro pulverizações.

Nos tratamentos com diferentes doses do fungicida triadimenol 6 GR (Quadro 2), pôde-se observar aumento da eficiência no controle da doença à medida que se aumentou a dose do fungicida, à exceção de ANLSE; e o maior número de lesões sem esporos estavam associados ao tratamento com a dose de 0,48 kg/ha de triadimenol. A menor dose desse fungicida (0,24 kg/ha) praticamente foi similar, em amplitude, aos valores de doença do tratamento testemunha, particularmente as variáveis ANLCE e AAFCF, que apresentaram valores superiores aos da testemunha. As três doses de triadimenol e o tratamento testemunha tiveram rendimentos similares.

O tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton na dose de 1,92 + 9,60 kg/ha apresentou os menores valores de doença, tanto em incidência como em severidade. Apenas a variável ANLSE superou os valores obtidos nos tratamentos com as diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico, porém foi inferior aos valores determinados para as diferentes doses de triadimenol.

Para AFCF (Quadro 2), observaram-se os maiores valores de incidência da doença na testemunha e os menores valores corresponderam ao tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton. Na análise de variância dessa característica (Quadro 3), detectaram-se diferenças entre a testemunha e os outros tratamentos que receberam aplicação dos fungicidas avaliados e, também, diferenças na resposta linear das doses de triadimenol. Esses resultados descrevem a vantagem do emprego dos fungicidas triadimenol, triadimenol + dissulfoton e do oxicloreto de cobre, em relação à não-realização de controle da doença, e a maior eficiência de controle obtida de forma linear com as doses de triadimenol. Ainda que na análise estatística tenham sido detectadas diferenças na resposta linear com as doses de triadimenol e que o tratamento com triadimenol + dissulfoton tenha apresentado os menores valores de incidência

Quadro 3 - Análise de variância da área diária abaixo da curva para percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCE), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE) = valores transformados em raiz quadrada = e análise da produção de grãos kg/planta em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicloreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Teixeira, Minas Gerais (ciclo de 1991/1992)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCE	AAFCE	ANLCE	ANLSE	Produção
Bloco	3	1,76	11,44	9,66	2,79	0,03983
Testemunha vs. Controle	1	5,39*	41,83**	83,25**	52,07**	0,00850
Cúprico vs. Sistêmicos	1	0,13	10,15	29,46*	36,70**	0,05890
Triad. vs. Triad. + Dissul.	1	3,08	24,41*	50,55**	17,89*	0,02788
Cobre <sub>1</sub> + Cobre <sub>2</sub> vs. Cobre <sub>3</sub>	1	0,01	0,08	0,23	0,03	0,01242
Cobre <sub>1</sub> vs. Cobre <sub>2</sub>	1	0,84	2,12	1,78	0,67	0,04774
Triad. /	1	3,96*	114,15**	160,47**	3,85	0,00332
Triad. q	1	0,37	3,79	3,21	1,63	0,00005
Resíduo	21	0,91	4,84	5,81	4,11	0,04354
CV (%)		21,1	31,5	30,3	37,9	14,6

Controle = Tratamentos com aplicação de fungicidas.

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Sistêmicos = Triadimenol 6 GR (Triad.) nas doses de 0,24, 0,48 e 0,72 kg/ha e Triadimenol + Dissulfoton (Triad. + Dissul.) a 1,92 + 9,60 kg/ha, aplicadas no mês de janeiro.

Cúprico = Cobre = Oxicloreto de cobre 50 PM, 1 - 1,5 kg/ha, quatro aplicações distribuídas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março; 2 - 2,0 kg/ha, três aplicações distribuídas nos meses de janeiro, fevereiro e março; 3 - 3,0 kg/ha, duas aplicações distribuídas nos meses de janeiro e março.

/ = Resposta linear; q = Resposta quadrática.

(AFCE), em média na comparação entre sistêmicos e cúprico não houve diferenças. Tal comportamento é devido ao fato de que a menor dose de



triadimenol permitiu elevados níveis de doença. Tais níveis superaram todos os valores de doença nos tratamentos com as estratégias de aplicação do fungicida cúprico e foram similares aos do tratamento testemunha.

A incidência e a severidade da doença quantificadas pelas variáveis AAFCF, ANLCE e ANLSE (Quadro 2) foram maiores na testemunha. O tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton apresentou os menores valores para essas características, à exceção da variável ANLSE quando comparada com as diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico. Para as características ANLCE e ANLSE, na análise estatística (Quadro 3), constataram-se diferenças entre os tratamentos testemunha e com controle, entre cúpricos e sistêmicos, entre sistêmicos (triadimenol e triadimenol + dissulfoton), e apenas para a característica ANLCE na resposta linear, entre doses de triadimenol. Os resultados obtidos para essas duas variáveis indicam que havia menor número de lesões com e sem esporos, por folha, nos tratamentos em que se utilizaram os fungicidas em diferentes formulações e doses. Dentre os fungicidas, as formulações do sistêmico apresentaram maior número de lesões com e sem esporos, em relação às diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico. Dentre os sistêmicos, o tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton apresentou o menor número de lesões com e sem esporos. As diferenças detectadas na comparação linear da variável ANLCE demonstram que há maior eficiência de controle na dose mais alta de triadimenol, o que, nesse caso diminuiu significativamente o número de lesões com esporos e reduz a produção de inóculo.

Na característica AAFCF, de modo similar às outras variáveis que medem a severidade, a maior percentagem de área da folha lesionada pela ferrugem estava associada ao tratamento testemunha (Quadro 2) e, em ordem decrescente da percentagem de área foliar lesionada, em média, estavam os tratamentos com aplicação de diferentes doses de triadimenol, as estratégias de uso do fungicida cúprico e a mistura do triadimenol + dissulfoton.

Estatisticamente (Quadro 3), detectaram-se diferenças entre os tratamentos com aplicação dos fungicidas e a testemunha, entre os tratamentos com aplicação do triadimenol isolado e triadimenol + dissulfoton e na resposta linear das doses de triadimenol. Tais diferenças mostram o efeito do controle dos fungicidas avaliados em relação ao tratamento sem nenhum controle, reduzindo a área foliar lesionada em relação à da testemunha. A significância do efeito linear na comparação da área foliar lesionada pela ferrugem nos tratamentos com as doses de triadimenol demonstra a eficiência da maior dose em reduzir a severidade da doença. Esse mesmo comportamento foi constatado para as características AFCF e ANLCE, ratificando, assim, que até a dose de 0,72 kg/ha de triadimenol provocou a diminuição da incidência e da severidade da doença de forma linear, ou seja, numa taxa constante.

O efeito dos tratamentos estudados sobre os rendimentos de café beneficiado por planta foram praticamente similares; entretanto, se observados os rendimentos por hectare, verificaram-se tendências de aumento da produção no tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton (Quadro 2). Estatisticamente, os valores de produção nos diferentes tratamentos não apresentaram diferenças (Quadro 3).

### 3.1.2. Ciclo de 1992/1993

Os níveis de doença foram baixos em relação ao ciclo anterior, podendo-se observar que a proporção de doença na testemunha passou de 32 percentagem.dia de área abaixo da curva de folhas com ferrugem (AFCF) em 1991/1992 (Quadro 2) para 1,45 AFCF (Quadro 4); isso significa uma redução de 95,46% na incidência da doença. Esse comportamento é devido ao fato de que os rendimentos da testemunha, que no ciclo de 1991/1992 eram de 1,464 kg de café beneficiado por planta (Quadro 2), foram reduzidos para 4 g/planta (Quadro 4). Além disso, pode-se considerar a precipitação pluviométrica, que atingiu 822 mm

Quadro 4 - Área diária abaixo da curva para a percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCF), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE) e produção de grãos, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicloreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Teixeira, Minas Gerais (ciclo de 1992/1993)

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		AFCF		AAFCF			
		SR	CR	SR	CR		
Ox. de Cobre (Foliar)		----- % dia ----- --					
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	8,95	3,45	12,82	4,07		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	5,10	7,50	8,42	12,20		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	7,70	7,00	11,92	9,60		
$\bar{Y}$ Cúprico		7,25	5,98	11,05	8,62		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	0,99	1,40	0,75	0,95	1,89	0,47
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	2,84	0,95	0,30	3,20	1,12	0,15
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	1,55	1,60	0,95	1,62	2,40	0,87
$\bar{Y}$ Triadimenol		1,79	1,31	0,66	1,92	1,80	0,49
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.		0,20	0,30		0,25	0,15
$\bar{Y}$ Sistêmicos			0,75	0,48		1,02	0,32
Testemunha		1,45		1,40			

Quadro 4, Cont.

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		ANLCE		ANLSE			
		SR	CR	SR	CR		
Ox. de Cobre (Foliar)		----- n <sup>o</sup> .dia ----- --					
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	19,99	5,55	8,35	0,95		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	12,85	17,90	7,00	5,70		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	14,25	12,65	6,25	1,80		
----- $\bar{Y}$ Cúprico		15,69	12,03	7,20	2,81		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	1,00	2,60	0,75	0,10	0,55	0,00
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	3,24	1,75	0,30	0,45	0,75	0,00
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	2,00	2,85	0,89	1,55	0,45	1,30
----- $\bar{Y}$ Triadimenol		2,08	2,40	0,64	0,70	0,58	0,43
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.		0,20	0,30		0,00	0,00
----- $\bar{Y}$ Sistêmicos			1,30	0,47		0,29	0,21
Testemunha		1,44			0,30		

Quadro 4, Cont.

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		Produção					
		SR	CR	SR	CR	SR	CR
Ox. de Cobre (Foliar)		----- kg/pl <sup>(3)</sup> -----			----- Sc/ha <sup>(4)</sup> -----		
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	0,742	0,599	31,7	25,5		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	0,439	0,580	18,7	24,7		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	0,254	0,350	10,8	14,9		
$\bar{Y}$ Cúprico		0,478	0,509	20,4	21,7		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	0,023	0,020	0,011	0,9	0,8	0,4
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	0,020	0,008	0,008	0,8	0,3	0,3
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	0,024	0,007	0,016	1,0	0,2	0,6
$\bar{Y}$ Triadimenol		0,022	0,011	0,011	0,9	0,4	0,4
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.		1,125	0,916		48,0	39,1
$\bar{Y}$ Sistêmicos			0,568	0,463		24,2	19,8
Testemunha		0,004			0,1		

(1) Percentagem de folhas com ferrugem e de área foliar lesionada.dia.

(2) Número de lesões.dia.

(3) Café beneficiado kg/planta.

(4) Sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare.

Ox. Cobre = Oxicloreto de cobre 50 PM.

Triadimenol = Triadimenol 6 GR.

Triad. + Dissul. = Triadimenol + Dissulfoton (1,92 + 9,60 kg/ha).

SR = Sem reaplicação.

½ DR = Metade da dose reaplicada (0,96 + 4,80 kg/ha Triad. + Dissul.)

DR = Dose reaplicada.

CR = Com reaplicação.

nesse ciclo, em relação aos 1.521 mm ocorridos no ciclo de 1991/1992, o que logicamente não favoreceu a epidemia. Esta diminuição dos níveis de doença foi observada em todos os tratamentos (Quadro 4).

As características quantificadas da doença, tanto de incidência (AFCF) como de severidade (AAFCF, ANLCE e ANLSE), nas parcelas e subparcelas dos tratamentos com uso das diferentes estratégias de utilização do fungicida cúprico, apresentaram os maiores valores de AFCF, ANLCE, ANLSE e AAFCF, em relação aos outros tratamentos. Este comportamento está relacionado com o nível de eficiência da formulação cúprica e com os rendimentos apresentados por esses tratamentos (Quadro 4).

Nas doses de triadimenol, em média, observaram-se baixos níveis de doença (Quadro 4). Em relação às estratégias de uso do fungicida cúprico, a diferença mais marcante ocorreu nos rendimentos (Quadro 4), que foram os mais baixos com relação a todos os outros tratamentos, mesmo na dose mais elevada de triadimenol. O tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton nas doses de 1,92 + 9,60 e 0,96 + 4,80 kg/ha apresentaram os menores níveis de doença (Quadro 4) e os maiores rendimentos.

A análise estatística das características AFCF, ANLCE, ANLSE e AAFCF nas parcelas (Quadro 5) mostrou diferenças apenas para as formulações do sistêmico em relação às estratégias de uso do cúprico. Nesse caso, as diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico apresentaram, em média, maior número de folhas com ferrugem, maior número de lesões com e sem esporos e maior área lesionada pela ferrugem por folha (Quadro 4). Não se observaram diferenças entre as diferentes formulações do fungicida sistêmico, porque as parcelas tratadas com triadimenol isolado tiveram baixos rendimentos (entre 11 e 22 g de café beneficiado por planta), (Quadro 4). Tal condição está diretamente relacionada com a magnitude da epidemia. Essa situação é similar à observada no tratamento testemunha, isto é, não ocorreu nenhum aumento de eficiência do controle.

Quadro 5 - Análise de variância da área diária abaixo da curva de percentagem de folhas com ferrugem (AFCF) para a percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCF), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE), (estes valores foram transformadas em raiz quadrada + 0,5) e análise da produção de grãos kg/planta, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicloreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Teixeira, Minas Gerais, (ciclo de 1992/1993)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCF	AAFCF	ANLCE	ANLSE	Produção
Bloco	3	0,640	1,059	1,10	1,546	0,01285
Testemunha vs. Controle	1	0,378	1,070	1,99	0,797	0,33584**
Cúprico vs. Sistêmicos	1	29,530**	54,580**	80,43**	22,423**	1,36027**
Triad. vs. Triad. + Dissul.	1	1,095	1,316	1,80	0,412	6,61344**
Cobre <sub>1</sub> + Cobre <sub>2</sub> vs. Cobre <sub>3</sub>	1	0,394	0,420	0,06	0,264	0,44140**
Cobre <sub>1</sub> vs. Cobre <sub>2</sub>	1	0,001	0,351	0,84	0,846	0,10449**
Triad. l	1	0,015	0,082	0,02	0,561	0,00003
Triad. q	1	0,011	0,005	0,01	0,036	0,00018
Erro (a)	21	0,433	0,687	0,99	0,363	0,01301
CV (%)		22,3	20,2	17,8	30,5	39,8

Quadro 5, Cont.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCF	AAFCF	ANLCE	ANLSE	Produção
SR vs. CR d/Cobre1	1	2,010**	3,906**	6,05**	4,977**	0,04104
SR vs. CR d/Cobre2	1	0,378	0,520	0,40	0,292	0,03976
SR vs. CR d/Cobre3	1	0,045	0,192	0,08	2,091*	0,01833
CR l d/Triad. 0,24 kg/ha	1	0,024	0,059	0,02	0,007	0,00027
CR q d/Triad. 0,24 kg/ha	1	0,132	0,513	0,79	0,198	0,00002
CR l d/Triad. 0,48 kg/ha	1	1,620**	2,121*	2,00*	0,103	0,00027
CR q d/Triad. 0,48 kg/ha	1	0,040	0,013	0,01	0,203	0,00010
CR l d/Triad. 0,72 kg/ha	1	0,045	0,115	0,15	0,099	0,00012
CR q d/Triad. 0,72 kg/ha	1	0,064	0,252	0,44	0,262	0,00047
Dose <sub>1</sub> vs. Dose <sub>2</sub> d/Dose <sub>1</sub>	1	0,005	0,005	0,01	0,00	0,08799*
Erro (b)	30	0,138	0,255	0,32	0,280	0,01029
CV (%)		12,6	12,3	10,1	26,8	35,4

Controle = Tratamentos com aplicação de fungicidas.

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Sistêmicos = Triadimenol 6 GR (Triad.) nas doses de 0,24, 0,48 e 0,72 kg/ha e Triadimenol + Dissulfoton: a 1,92 + 9,60 kg/ha (Dose<sub>1</sub>); a 0,96 + 4,80 kg/ha (Dose<sub>2</sub>), aplicadas no mês de janeiro.

Cúprico = Cobre = Oxicloreto de cobre 50 PM, 1 - 1,5 kg/ha, quatro aplicações distribuídas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, e março; 2 - 2,0 kg/ha. três aplicações distribuídas nos meses de janeiro, fevereiro. e março; 3 - 3,0 kg/ha, duas aplicações distribuídas nos meses de janeiro e março.

l = Resposta linear; q = Resposta quadrática.

SR = Sem reaplicação; CR = Com reaplicação.



Nas subparcelas, todas as características quantificadas de doença no tratamento com aplicação do fungicida cúprico, em quatro ocasiões, apresentaram menores valores médios de AFCF, ANLCE, ANLSE e AAFCF em relação à subparcela sem reaplicação (Quadro 4); estatisticamente (Quadro 5) tais valores foram diferentes. Entretanto, os rendimentos obtidos na subparcela com aplicação do fungicida cúprico, em quatro ocasiões (Quadro 4), não diferiram estatisticamente (Quadro 5). Nas subparcelas com aplicação do fungicida cúprico, em três ocasiões, em todas as características quantificadas da doença (Quadro 4) não foram observadas diferenças significativas (Quadro 5); de modo similar comportaram-se os rendimentos. A variável ANLSE, nas subparcelas de uso do fungicida cúprico, em duas ocasiões, apresentou maiores valores associados ao tratamento sem aplicação (Quadro 4); estatisticamente, esses valores foram diferentes (Quadro 5), indicando a necessidade de uso dessa formulação para controlar a doença. As outras características não diferiram estatisticamente.

Dentre as diferentes doses de triadimenol (0,24, 0,48 e 0,72 kg/ha), o aumento da dose aplicada nas parcelas não correspondeu a um aumento de controle (Quadro 4). Essas observações confirmam-se na ausência de efeitos lineares e quadráticos desses tratamentos (Quadro 5). Porém, na subparcela em que foi usada a dose de 0,48 kg/ha, houve diferenças entre as doses na resposta linear. Esse comportamento foi observado para as características AFCF, AAFCF e ANLCE (Quadro 5), em que os maiores valores estavam sempre associados à subparcela sem reaplicação do fungicida triadimenol (Quadro 4). Nas subparcelas com as doses de 0,24 e 0,72 kg/ha de triadimenol, não foram observadas diferenças significativas das reaplicações (Quadro 5).

Com relação à produção (Quadro 4) na parcela, em média, os maiores rendimentos de café beneficiado por planta foram obtidos no tratamento de triadimenol + dissulfoton, seguidos pelas diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico e, por último, pelas diferentes doses de triadimenol.

A análise estatística (Quadro 5) dos valores médios de produção permitiu detectar diferenças entre os tratamentos com aplicação de fungicidas e o

tratamento testemunha, entre as estratégias de aplicação do fungicida cúprico e as duas formulações do sistêmico, entre as formulações do sistêmico e entre as diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico. As diferenças observadas entre a testemunha e os tratamentos com aplicação de fungicidas descrevem a eficiência que, na parcela, exercem os produtos avaliados no controle da doença, eficiência essa expressa pelo maior rendimento (Quadro 4). De modo similar, as estratégias de uso do fungicida cúprico apresentaram plantas com maiores rendimentos que as tratadas com os sistêmicos.

Dentre as formulações do sistêmico, os melhores resultados de produção corresponderam à mistura de triadimenol + dissulfoton, sendo tal resposta atribuída à presença do dissulfoton na formulação. As médias de rendimento das diferentes estratégias do cúprico superaram as duas formulações do sistêmico por causa das doses de triadimenol isolado, que apresentaram rendimentos baixos, diluindo os altos rendimentos apresentados pelo tratamento de triadimenol + dissulfoton. Nas estratégias de uso da formulação cúprica com quatro, três e duas pulverizações, empregando 6,0 kg/ha de oxiclreto de cobre para cada estratégia, observaram-se diferenças de rendimento entre as médias com quatro e três pulverizações, em relação à estratégia com duas pulverizações, e entre as parcelas tratadas com quatro e três pulverizações. As diferenças obtidas indicam maiores rendimentos para os tratamentos em que a quantidade de ingrediente ativo do fungicida cúprico aplicado por hectare foi dividida em maior número de pulverizações. Nas subparcelas de cada uma das estratégias de aplicação do fungicida cúprico, não foram observadas diferenças na produção (Quadro 5). Pelos dados de produção do tratamento com triadimenol + dissulfoton, que foram os maiores nesse ciclo, nas subparcelas, observou-se que os maiores rendimentos estavam associados ao tratamento que recebeu reaplicação com metade da dose (0,96 + 4,80 kg/ha de triadimenol + dissulfoton), em relação ao tratamento que recebeu reaplicação da dose adotada desde o primeiro ciclo (Quadro 4); tais valores foram estatisticamente diferentes (Quadro 5).

### 3.1.3. Ciclo de 1993/1994

Analisando o Quadro 6, pode-se observar que, em consequência do aumento da produção, os níveis de doença atingidos neste ciclo também aumentaram. Os maiores valores de incidência e severidade foram detectados nas subparcelas sem reaplicação, nos tratamentos com as diferentes doses de triadimenol e não no tratamento testemunha, por sua maior produção de grãos. Geralmente, os maiores valores de incidência e severidade estavam associados às diferentes doses de triadimenol, ao contrário do tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton, que apresentou os menores níveis de doença.

Os maiores rendimentos médios corresponderam às duas formulações do sistêmico. Nas estratégias de aplicação do fungicida oxicloreto de cobre, os maiores níveis de doença e a menor produção corresponderam à subparcela sem reaplicação. Nos tratamentos com as doses de triadimenol, pôde-se observar que, à medida que se aumentava a dose, menor era o valor da característica quantificada, à exceção da variável ANLCE no tratamento com a dose de 0,24 kg/ha de triadimenol. Comparativamente, no tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton, os níveis de doença foram muito baixos mesmo na subparcela que não recebeu aplicação. Na subparcela que recebeu um quarto da dose inicial, a doença foi praticamente erradicada.

Nas parcelas, comparando a testemunha e os tratamentos com controle, as características AFCE e ANLSE apresentaram diferenças (Quadro 7), isto é, os tratamentos com aplicação dos fungicidas avaliados apresentaram menor número de folhas com ferrugem e menor número de lesões sem esporos (Quadro 6). Entre as estratégias avaliadas do oxicloreto de cobre 50 PM e as formulações de triadimenol, isolado ou combinado com dissulfoton, detectou-se diferença estatística apenas na característica AFCE (Quadro 7), em função do uso de formulações de triadimenol, que apresentaram o menor número de folhas com ferrugem (Quadro 6). Com as duas formulações do sistêmico, com exceção da variável produção, todas as características avaliadas da doença foram

Quadro 6 - Área diária abaixo da curva para a percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCF), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE) e produção de grãos, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicloreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Teixeira, Minas Gerais (ciclo de 1993/1994)

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		AFCF		AAFCF			
		SR	CR	SR	CR		
Ox. de Cobre (Foliar)		----- %dia -----					
		--					
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	16,32	5,82	31,72	15,64		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	11,17	5,64	23,26	6,51		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	13,25	6,46	23,07	9,62		
$\bar{Y}$ Cúprico		13,58	5,97	26,01	10,60		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	15,21	13,57	6,50	30,57	28,87	8,60
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	24,53	5,46	1,57	65,94	8,47	1,53
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	23,89	4,85	0,50	58,21	13,80	0,28
$\bar{Y}$ Triadimenol		21,21	7,96	2,85	51,57	17,04	3,47
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.	0,25	0,00	2,85	0,40	0,00	
$\bar{Y}$ Sistêmicos		10,30	3,98	0,48	25,98	8,52	
Testemunha		14,25		25,55			

Quadro 6, Cont.

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		ANLCE			ANLSE		
		SR	CR	SR	CR	SR	CR
Ox. de Cobre (Foliar)		----- n.º.dia ----- --					
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	55,14	9,53	24,60	1,21		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	38,78	9,42	18,50	1,64		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	36,57	16,00	13,02	1,53		
----- $\bar{Y}$ Cúprico		43,49	11,65	18,70	1,46		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	41,57	50,46	15,42	13,96	14,39	11,25
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	100,17	12,71	2,71	43,28	3,39	0,35
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	102,00	13,39	2,14	33,67	9,89	0,10
----- $\bar{Y}$ Triadimenol		81,24	25,52	6,75	30,30	9,22	3,90
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.	0,53	0,22	-	0,07	0,00	-
----- $\bar{Y}$ Sistêmicos		40,88	12,76	-	15,18	4,61	-
Testemunha		42,14			23,17		

Quadro 6, Cont.

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		Produção					
		SR	CR	SR	CR	SR	CR
Ox. de Cobre (Foliar)		----- kg/pl <sup>(3)</sup> -----			----- Sc/ha <sup>(4)</sup> -----		
		-		-			
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	1,406	1,637	60,0	69,9		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	1,031	1,825	44,0	77,9		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	1,075	1,321	45,9	56,4		
$\bar{Y}$ Cúprico		1,170	1,594	50,0	68,1		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	1,793	1,687	1,506	76,6	72,0	64,3
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	1,762	1,590	1,662	75,2	67,9	71,0
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	1,412	1,550	1,290	60,3	66,2	55,1
$\bar{Y}$ Triadimenol		1,655	1,609	1,482	70,7	68,7	63,4
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.	1,600	1,587		68,3	67,8	
$\bar{Y}$ Sistêmicos		1,627	1,593		69,5	68,2	
Testemunha		1,531			65,4		

(1) Percentagem de folhas com ferrugem e de área foliar lesionada.dia.

(2) Número de lesões.dia.

(3) Café beneficiado kg/planta.

(4) Sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare.

Ox. Cobre = Oxicloreto de cobre 50 PM.

Triadimenol = Triadimenol 6 GR.

Triad. + Dissul. = Triadimenol + Dissulfoton (0,96 + 4,80 kg/ha).

SR = Sem reaplicação.

CR = Com reaplicação.

½ DR = Metade da dose reaplicada.

DR = Dose reaplicada.

Quadro 7 - Análise de variância da área diária abaixo da curva de percentagem de folhas com ferrugem (AFCF) para a percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCE), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE), (estes valores foram transformadas em raiz quadrada + 0,5) e análise da produção de grãos kg/planta, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxiclóreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Teixeira, Minas Gerais (ciclo de 1993/1994)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCF	AAFCE	ANLCE	ANLSE	Produção
Bloco	3	0,4290	1,71	1,638	0,29	0,3860
Testemunha vs. Controle	1	2,7506**	3,61	7,713	8,90*	0,0011
Cúprico vs. Sistêmicos	1	2,6691**	2,86	2,714	0,01	0,6398
Triad. vs. Triad. + Dissul.	1	24,1998**	55,92**	91,338**	30,76**	0,0006
Cobre <sub>1</sub> + Cobre <sub>2</sub> vs. Cobre <sub>3</sub>	1	0,0004	0,23	0,001	0,33	0,4081
Cobre <sub>1</sub> vs. Cobre <sub>2</sub>	1	2,4050*	1,87	3,974	2,09	0,0351
Triad. l	1	0,0656	0,03	0,120	0,36	0,3596
Triad. q	1	0,0656	1,22	0,120	0,36	0,1388
Erro (a)	21	0,3099	1,22	2,141	1,40	0,2068
CV (%)		23,5	34,6	37,4	49,5	30,0

Quadro 7, Cont.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCF	AAFCE	ANLCE	ANLSE	Produção
SR vs. CR d/Cobre <sub>1</sub>	1	3,474**	3,90*	23,52**	18,929**	0,1069
SR vs. CR d/Cobre <sub>2</sub>	1	1,242*	5,77*	13,06**	9,406**	1,2600**
SR vs. CR d/Cobre <sub>3</sub>	1	1,661**	4,15*	6,45	8,586**	0,1217
CRI d/Triad. 0,24 kg/ha	1	2,581**	9,39**	9,25*	0,183	0,1653
CRq d/Triad. 0,24 kg/ha	1	0,337	1,59	4,77	0,167	0,0037
CRI d/Triad. 0,48 kg/ha	1	18,669**	64,98**	97,52**	44,440**	0,0200
CRq d/Triad. 0,48 kg/ha	1	1,096*	5,84*	9,16*	5,242*	0,0396
CRI d/Triad. 0,72 kg/ha	1	22,248**	61,10**	94,99**	33,599**	0,0297
CRq d/Triad. 0,72 kg/ha	1	0,890*	0,61	7,64	0,498	0,1050
Dose <sub>0</sub> vs. Dose <sub>3</sub> d/Dose <sub>1</sub>	1	0,145	0,16	0,26	0,005	0,0006
Erro (b)	30	0,372	1,77	3,952	1,74	0,0894
CV (%)		18,4	29,6	36,2	39,3	19,7

Controle = Tratamentos com aplicação de fungicidas.

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Sistêmicos = Triadimenol 6 GR (Triad.) nas doses de 0,24, 0,48 e 0,72 kg/ha e Triadimenol + Dissulfoton: a 0,48 + 2,40 kg/ha (Dose<sub>3</sub>), aplicadas no mês de janeiro; sem reaplicação (Dose<sub>0</sub>) e 1,92 + 9,60 kg/ha (Dose<sub>1</sub>).

Cúprico = Cobre = Oxiclureto de cobre 50 PM, 1 - 1,5 kg/ha, quatro aplicações distribuídas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, e março; 2 - 2,0 kg/ha. três aplicações distribuídas nos meses de janeiro, fevereiro e março; 3 - 3,0 kg/ha, duas aplicações distribuídas nos meses de janeiro e março.

l = Resposta linear; Q = Resposta quadrática.

SR = Sem reaplicação; CR = Com reaplicação.



estatisticamente diferentes (Quadro 7), em consequência do tratamento com triadimenol + dissulfoton, que apresentou os menores valores de doença (Quadro 6). Resposta linear das doses de triadimenol em nível de parcelas foi detectada para a característica AFCE (Quadro 7), indicando uma redução significativa da incidência. Não foram observados efeitos quadráticos entre as doses do triadimenol em todas as características avaliadas, assim como também não foram observadas diferenças entre as estratégias de uso do fungicida oxicloreto de cobre 50 PM (Quadro 7).

Os tratamentos sem reaplicação do fungicida cúprico apresentaram os maiores níveis de doença e menor produção (Quadro 6). Nos tratamentos com quatro e três pulverizações, as características AFCE, AAFCE, ANLCE e ANLSE apresentaram diferenças (Quadro 7). No tratamento com duas pulverizações, foram observadas diferenças nas características AFCE, ANLSE e AAFCE (Quadro 7). Para todas as estratégias de uso do fungicida, a subparcela sem reaplicação apresentou os maiores valores médios dessas variáveis (Quadro 6).

Ocorreram diferenças na produção das subparcelas com e sem reaplicação apenas na estratégia de cúprico, empregando três pulverizações (Quadro 7), em que a maior produção correspondeu ao tratamento com reaplicação do fungicida (Quadro 6).

Para as diferentes doses de triadimenol, no tratamento com a dose 0,24 kg/ha, observaram-se diferenças para as características AFCE, AAFCE e ANLCE na resposta linear dos tratamentos com e sem reaplicação. Esses efeitos indicam uma diminuição linear significativa dessas características com aplicação da dose maior. Não foram observadas diferenças nas comparações quadráticas desse tratamento. Para o tratamento com a dose de 0,48 kg/ha de triadimenol, em todas as características avaliadas da doença foram observadas diferenças para as respostas lineares e quadráticas com as doses avaliadas nas subparcelas. Interpretando de forma conjunta esses dois efeitos, linear e quadrático, entre as subparcelas tratadas com 0,24 kg/ha de triadimenol e as subparcelas que não receberam aplicação, observou-se que ocorreu uma redução acentuada da doença, enquanto entre as subparcelas tratadas com as doses de 0,24 e 0,48 kg/ha de

triadimenol essa diminuição foi menor. Com estas últimas doses, observou-se efeito acumulativo de controle da doença em relação aos tratamentos sem reaplicação. Para o tratamento com a dose de 0,72 kg/ha de triadimenol foram observadas diferenças em todas as características quantificadas da doença (Quadro 7) na resposta linear das doses empregadas nas subparcelas e, em relação à quadrática, foi apenas observada diferença na característica AFCE. As características de severidade, AAFCE, ANLCE e ANLSE, diminuíram linearmente quando comparadas com as doses aplicadas nas subparcelas do tratamento com 0,72 kg/ha de triadimenol. Entretanto, para a variável AFCE (incidência), que apresentou diferenças lineares e quadráticas, a diferença da incidência foi maior entre as subparcelas que receberam reaplicação do que entre as subparcelas em que se reaplicaram 0,36 e 0,72 kg/ha do triadimenol granulado no solo.

Nos tratamentos com emprego de triadimenol + dissulfoton, não foram observadas diferenças nas características da doença nem da produção entre as duas subparcelas, pois uma recebeu reaplicação de 0,48 + 2,40 kg/ha de triadimenol + dissulfoton, ou seja, um quarto da dose inicial (1,92 + 9,60 kg/ha de triadimenol + dissulfoton), e a outra não recebeu reaplicação nesse ciclo, embora tenha sido essa a subparcela que recebeu aplicação da dose inicial de 1,92 + 9,60 kg/ha de triadimenol + dissulfoton durante os dois ciclos anteriores.

### 3.2. Ensaio de Controle Químico da Ferrugem do Cafeeiro em Patrocínio, Região do Cerrado, Alto Paranaíba, Minas Gerais

#### 3.2.1. Ciclo de 1991/1992

Comparando as médias de valores de doença (Quadro 8), observa-se que todos os tratamentos com fungicida reduziram o nível de doença, em relação à testemunha. Quanto aos tratamentos com fungicidas, observaram-se os menores valores de incidência (AFCE) e de severidade (ANLCE e ANLSE) no tratamento com aplicação do triadimenol + dissulfoton na dose de 2,14+10,70 kg/ha, com

Quadro 8 - Área diária abaixo da curva para a percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCF), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE) e produção de grãos em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicloreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Patrocínio, Minas Gerais (ciclo de 1991/1992)

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		AFCF	AAFCF	ANLCE	ANLSE	Produção	
Ox. de Cobre (Foliar)		----- %dia <sup>(1)</sup> -----		----- n <sup>o</sup> .dia <sup>(2)</sup> -----		- kg/pl <sup>(3)</sup> -	- Sc/ha <sup>(4)</sup>
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	3,56	7,28	7,71	2,12	0,836	39,8
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	4,09	9,61	7,75	1,93	0,699	33,2
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	2,58	2,88	2,68	1,53	0,737	35,0
$\bar{Y}$ Cúprico		3,41	6,59	6,04	1,86	0,757	36,0
Triadimenol (Solo)							
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	13,50	31,65	32,25	6,99	0,602	28,6
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	4,59	8,35	7,06	3,87	0,561	26,7
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	1,15	1,48	2,56	0,78	0,583	27,7
$\bar{Y}$ Triadimenol		6,41	13,82	13,95	3,88	0,582	27,7
Triad. + Dissul. (Solo)	jan.	1,11	1,93	1,90	0,78	0,833	39,6
$\bar{Y}$ Sistêmicos		3,76	7,87	7,92	2,33	0,707	33,6
Testemunha		33,78	146,56	146,25	32,65	0,567	26,9

(1) Percentagem de folhas com ferrugem e de área foliar lesionada.dia.

(2) Número de lesões.dia.

(3) Café beneficiado kg/planta.

(4) Sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare.

Ox. Cobre = Oxicloreto de cobre 50 PM.

Triadimenol = Triadimenol 6 GR.

Triad. + Dissul. = Triadimenol + Dissulfoton (2,14 + 10,70 kg/ha).

exceção da característica AAFCF, que foi superada em eficiência pela dose de 0,72 kg/ha de triadimenol. Em ordem crescente das médias, encontram-se as diferentes estratégias de aplicação do fungicida cúprico e, finalmente, os tratamentos com as diferentes doses de triadimenol. Os rendimentos de café beneficiado do tratamento com aplicação de triadimenol + dissulfoton foram equivalentes aos do cúprico aplicado em quatro ocasiões; por outro lado, os rendimentos dos tratamentos com as doses de triadimenol isolado foram equivalentes ao da testemunha, que apresentou menor rendimento. Entre as diferentes estratégias de aplicação do fungicida cúprico, observou-se que o tratamento com duas pulverizações, nos meses de janeiro e março, apresentou tendências para menores valores de doença; entretanto, o tratamento com quatro aplicações, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, mesmo possuindo igual dose de ingrediente ativo do fungicida por ciclo da doença, apresentou os maiores rendimentos. Entre as doses de triadimenol, pôde-se observar aumento da eficiência de controle à medida que a dose foi maior. A maior dose de triadimenol (0,72 kg/ha), em média, apresentou resultados cujas amplitudes de controle foram similares às dos obtidos no tratamento com triadimenol + dissulfoton.

Os valores de doença (AFCF, ANLCE, ANLSE e AAFCF) no tratamento testemunha (Quadro 8) foram maiores do que os obtidos para os outros tratamentos e estatisticamente diferentes da média dos tratamentos que receberam aplicação de fungicida (Quadro 9). Esse comportamento foi observado na comparação entre os tratamentos com o fungicida triadimenol e triadimenol + dissulfoton; este último apresentou os menores valores de doença (Quadro 8), que foram diferentes estatisticamente (Quadro 9). Nas doses de triadimenol, observou-se que o aumento da dose provocou uma redução da doença (Quadro 8), isto é, a resposta linear entre elas mostrou diferenças (Quadro 9) em todas as características quantificadas da doença. Os dados de produção (Quadro 8) permitiram observar diferenças entre os valores médios do tratamento com as estratégias de aplicação do fungicida cúprico e do sistêmico e,

Quadro 9 - Análise de variância da área diária abaixo da curva de percentagem de folhas com ferrugem (AFCF) para a percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCF), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE), (estes valores foram transformados em raiz quadrada) e análise da produção de grãos kg/planta, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicloreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Patrocínio, Minas Gerais (ciclo de 1991/1992)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCF	AAFCF	ANLCE	ANLSE	Produção
Bloco	3	0,99*	6,93**	7,218*	1,903*	0,0639*
Testemunha vs. Controle	1	32,94**	177,31**	178,315**	37,373**	0,0560
Cúprico vs. Sistêmicos	1	0,12	0,28	0,577	0,187	0,0872*
Triad. vs. Triad. + Dissul.	1	3,04**	6,42*	6,813**	1,540*	0,1891**
Cobre <sub>1</sub> + Cobre <sub>2</sub> vs. Cobre <sub>3</sub>	1	0,19	1,86	1,704	0,124	0,0025
Cobre <sub>1</sub> vs. Cobre <sub>2</sub>	1	0,03	0,17	0,007	0,003	0,0375
Triad. l	1	8,89**	21,35**	19,266**	3,330**	0,0007
Triad. q	1	0,05	0,38	1,173	0,015	0,0027
Resíduo	21	0,10	1,49	1,431	0,354	0,0177
CV (%)		17,4	31,6	31,9	39,9	19,6

Controle = Tratamentos com aplicação de fungicidas.

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Sistêmicos = Triadimenol 6 GR (Triad.) nas doses de 0,24, 0,48 e 0,72 kg/ha e Triadimenol + Dissulfoton (Triad. + Dissul.) a 2,14 + 10,70 kg/ha, aplicadas no mês de janeiro.

Cúprico = Cobre = Oxicloreto de cobre 50 PM, 1 - 1,5 kg/ha, quatro aplicações distribuídas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, e março; 2 - 2,0 kg/ha, três aplicações distribuídas nos meses de janeiro, fevereiro e março; 3 - 3,0 kg/ha, duas aplicações distribuídas nos meses de janeiro e março.

l = Resposta linear; q = Resposta quadrática.

de modo similar, observaram-se diferenças entre as formulações do fungicida sistêmico (Quadro 9). Essas diferenças indicam que as médias de estratégias de uso do fungicida cúprico superaram os rendimentos obtidos com os tratamentos em que foram usados o triadimenol isolado e triadimenol + dissulfoton. Entre as formulações do sistêmico, a formulação com triadimenol + dissulfoton apresentou os maiores rendimentos.

### 3.2.2. Ciclo de 1992/1993

Analisando o Quadro 10, pode-se observar que, mesmo sendo um ano de baixa carga para essa localidade, a doença atingiu elevados níveis. A incidência da doença (AFCF) na testemunha apenas diminuiu em 3,55%. A área abaixo da curva, em relação ao ciclo anterior (Quadro 8). Esse foi um ano atípico quanto às condições climáticas, particularmente em relação às precipitações pluviométricas, que ocorreram de setembro, quando se registraram 137 mm, até dezembro de 1992, atingiram 791 mm, acumulando até março de 1993 a quantidade de 1.483 mm. Essas precipitações pluviométricas ocorridas exatamente na época de início de desenvolvimento da epidemia, mesmo que a carga pendente do cafeeiro fosse baixa com relação ao ciclo anterior nessa mesma localidade, favoreceram o desenvolvimento da doença. A testemunha produziu em média 2,6 sacas de café beneficiado/ha, enquanto no primeiro ciclo produziu 26,9 sacas.

Todas as características quantificadas da doença área diária abaixo da curva para a percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCE), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE) nos tratamentos com oxiclreto de cobre apresentaram os maiores níveis de doença nos tratamentos com e sem reaplicação, entretanto, apresentaram os maiores rendimentos.

Quadro 10 - Área diária abaixo da curva para a percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCE), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE) e produção de grãos, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxiclreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Patrocínio, Minas Gerais (ciclo de 1992/1993)

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		AFCF		AAFCE			
		SR	CR	SR	CR		
Ox. de Cobre (Foliar)		----- %dia -----					
		--					
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	42,08	37,58	107,47	86,45		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	44,83	34,33	123,64	80,37		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	41,41	38,25	110,70	100,58		
$\bar{Y}$ Cúprico		42,77	36,72	113,93	89,13		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	30,29	22,28	27,37	60,12	47,72	52,30
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	12,08	15,91	13,79	25,72	30,20	26,33
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	10,66	8,16	5,91	21,00	9,90	10,01
$\bar{Y}$ Triadimenol		17,67	15,45	15,69	35,61	29,27	29,54
Triad.+Dissul. (Solo)		jan.	0,45	1,08	0,60	1,50	
$\bar{Y}$ Sistêmicos			7,95	8,38	14,93	15,52	
Testemunha		32,08		63,72			

Quadro 10, Cont.

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		ANLCE		ANLSE			
		SR	CR	SR	CR		
<b>Ox. de Cobre (Foliar)</b>		----- n <sup>o</sup> .dia ----- --					
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	164,25	132,29	54,54	42,29		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	167,50	125,12	68,37	45,50		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	167,54	112,50	81,62	49,33		
<b><math>\bar{Y}</math> Cúprico</b>		166,43	123,33	68,17	45,70		
<b>Triadimenol (Solo)</b>		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	81,08	65,11	79,11	35,57	24,91	30,47
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	38,58	55,95	37,75	15,54	25,12	13,66
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	26,41	19,54	14,41	8,04	8,20	5,91
<b><math>\bar{Y}</math> Triadimenol</b>		48,69	46,86	43,75	19,71	19,41	16,68
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.		0,45	1,08		0,08	0,45
<b><math>\bar{Y}</math> Sistêmicos</b>			23,65	22,41		9,74	8,56
Testemunha		107,91		39,25			



Quadro 10, Cont.

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		Produção					
		SR	CR	SR	CR	SR	CR
Ox. de Cobre (Foliar)		----- kg/pl <sup>(3)</sup> -----			----- Sc/ha <sup>(4)</sup> -----		
		-		-			
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	0,212	0,387	10,0	18,4		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	0,322	0,301	15,3	14,3		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	0,267	0,379	12,7	18,0		
$\bar{Y}$ Cúprico		0,267	0,355	12,7	16,9		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	0,122	0,080	0,203	5,8	3,8	9,6
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	0,169	0,240	0,188	8,0	11,4	8,9
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	0,244	0,213	0,239	11,6	10,1	11,3
$\bar{Y}$ Triadimenol		0,178	0,177	0,210	8,4	8,4	9,9
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.		0,809	0,821		38,5	39,0
$\bar{Y}$ Sistêmicos			0,493	0,515		23,4	24,5
Testemunha		0,056			2,6		

(1) Percentagem de folhas com ferrugem e de área foliar lesionada.dia.

(2) Número de lesões.dia.

(3) Café beneficiado kg/planta.

(4) Sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare.

Ox. Cobre = Oxidocloreto de cobre 50 PM.

Triadimenol = Triadimenol 6 GR.

Triad. + Dissul. = Triadimenol + Dissulfoton (2,14 + 10,70 kg/ha).

SR = Sem reaplicação.

½ DR = Metade da dose reaplicada.

DR = Dose reaplicada.

CR = Com reaplicação.

Nos tratamentos de cada uma das estratégias de uso do fungicida cúprico, pôde-se observar que, para todas as variáveis, os maiores níveis de doença e os menores rendimentos estavam associados ao tratamento sem reaplicação. Nas subparcelas das diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico, empregando quatro, três e duas pulverizações, para as características AFCF e ANLCE não foi observado efeito de controle em relação ao número ou à época de início das pulverizações, enquanto, para as variáveis AAFCF e ANLSE, observou-se que os seus valores aumentaram, à medida que o número de pulverizações diminuiu. Com relação à produção média das subparcelas com reaplicação das diferentes estratégias de controle do fungicida cúprico, esta foi 25% maior que a dos tratamentos sem reaplicação, enquanto em cada um dos tratamentos os rendimentos das estratégias com quatro e duas pulverizações foram os maiores.

Nos tratamentos com diferentes doses do fungicida triadimenol 6 GR, os níveis de doença registrados foram menores do que os obtidos para as diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico, tanto em nível de parcela como de subparcela. Pôde-se observar que, em nível de parcela, a dose maior de triadimenol (0,72 kg/ha) apresentou os menores níveis de doença em todas as variáveis e os seus rendimentos foram os maiores. Na parcela com a menor dose de triadimenol (0,24 kg/ha), observaram-se os maiores níveis de doença, em relação às outras duas doses avaliadas, e menores rendimentos. Entre as subparcelas que receberam a reaplicação do fungicida granulado em cada uma das doses estudadas, em média, as características quantificadas da doença tenderam a diminuir à medida que as doses aumentaram. Os tratamentos utilizando a mistura fungicida + inseticida (triadimenol + dissulfoton) apresentaram os menores níveis de doença e os maiores rendimentos desse ciclo, tanto na parcela como nas subparcelas (Quadro 10).

A análise estatística (Quadro 11) de cada uma das características avaliadas da doença, em nível de parcela, mostra que, para a variável AFCF e para a produção, houve diferenças entre a testemunha e os tratamentos com controle. As parcelas com controle apresentaram em média menor doença e maior

Quadro 11 - Análise de variância da área diária abaixo da curva de percentagem de folhas com ferrugem (AFCF) para a percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCE), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE), (estes valores foram transformados em raiz quadrada) e análise da produção de grãos kg/planta, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxiclreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Patrocínio, Minas Gerais, (ciclo de 1992/1993)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCF	AAFCE	ANLCE	ANLSE	Produção
Bloco	3	0,541	3,5051	4,69	4,14	0,2421
Testemunha vs. Controle	1	5,526**	7,9182	12,09	6,66	0,2360*
Cúprico vs. Sistêmicos	1	115,798**	397,2383**	540,02**	201,46**	0,0012
Triad. vs. Triad. + Dissul.	1	54,310**	110,7506**	178,89**	74,01**	2,5619**
Cobre <sub>1</sub> + Cobre <sub>2</sub> vs. Cobre <sub>3</sub>	1	0,009	0,0004	0,92	1,03	0,0016
Cobre <sub>1</sub> vs. Cobre <sub>2</sub>	1	0,002	0,4574	0,09	0,73	0,0005
Triad. l	1	27,605**	73,9303	95,23**	39,80**	0,0567
Triad. g	1	0,388	0,1555	0,06	0,06	0,0018
Erro (a)	21	0,533	2,3656	3,11	1,69	0,0380
CV (%)		18,1	26,0	24,8	29,7	66,8

Quadro 11, Cont.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCF	AAFCF	ANLCE	ANLSE	Produção
SR vs. CR d/Cobre <sub>1</sub>	1	0,21	1,84	2,744	0,8869	0,06090**
SR vs. CR d/Cobre <sub>2</sub>	1	1,18*	10,31**	5,079	4,9902*	0,00086
SR vs. CR d/Cobre <sub>3</sub>	1	0,21	1,23	10,880*	8,8191**	0,02531
CR l d/Triad. 0,24 kg/ha	1	0,14	0,44	0,006	0,2683	0,01288
CR q d/Triad. 0,24 kg/ha	1	0,90	0,69	1,434	0,8862	0,01831
CR l d/Triad. 0,48 kg/ha	1	0,15	0,04	0,013	0,0004	0,00074
CR q d/Triad. 0,48 kg/ha	1	0,34	0,25	3,506	3,5640	0,00996
CR l d/Triad. 0,72 kg/ha	1	1,20*	3,49	3,291	0,2001	0,00004
CR q d/Triad. 0,72 kg/ha	1	0,01	0,59	0,034	0,1891	0,00216
Dose <sub>1</sub> vs. Dose <sub>2</sub> d/Dose <sub>1</sub>	1	0,37	0,23	0,374	0,1846	0,00019
Erro (b)	30	0,27	1,33	1,483	1,0711	0,00724
CV (%)		12,9	19,5	17,1	23,6	29,1

Controle = Tratamentos com aplicação de fungicidas.

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Sistêmicos = Triadimenol 6 GR (Triad.) nas doses de 0,24, 0,48 e 0,72 kg/ha e Triadimenol + Dissulfoton: a 2,14 + 10,70 kg/ha (Dose<sub>1</sub>); a 1,07 + 5,35 kg/ha (Dose<sub>2</sub>), aplicadas no mês de janeiro.

Cúprico = Cobre = Oxiclreto de cobre 50 PM, 1 - 1,5 kg/ha, quatro aplicações distribuídas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, e março; 2 - 2,0 kg/ha, três aplicações distribuídas nos meses de janeiro, fevereiro e março; 3 - 3,0 kg/ha, duas aplicações distribuídas nos meses de janeiro e março.

l = Resposta linear; q = Resposta quadrática.

SR = Sem reaplicação; CR = Com reaplicação.

produção (Quadro 10). Entre as estratégias de uso do fungicida cúprico e as formulações do sistêmico, para todas as características quantificadas da doença, aquelas em que se fez uso do oxiclóreto de cobre apresentaram os maiores níveis de doença (Quadro 10), havendo diferença entre elas (Quadro 11). Entre as formulações do fungicida sistêmico, observou-se (Quadro 10) que, em média, todas as características da doença nos tratamentos com as diferentes doses de triadimenol tiveram valores maiores do que as obtidas na parcela que recebeu o tratamento com triadimenol + dissulfoton (Quadro 11). Além disso, entre os tratamentos com utilização das formulações do sistêmico, de modo similar, os maiores rendimentos corresponderam ao tratamento utilizando triadimenol + dissulfoton. A resposta linear entre as doses de triadimenol utilizadas nas parcelas indica que ocorreram diferenças para as variáveis AFCE, AAFCF, ANLCE e ANLSE (Quadro 11), o que demonstra que houve diminuição linear do número de folhas com ferrugem, do número de lesões com e sem esporos e da área foliar lesionada pela ferrugem por folha, à medida que se aumentou a dose de triadimenol 6 GR/ha (Quadro 10).

Nas subparcelas, dentro das estratégias de aplicações com quatro, três e duas pulverizações do fungicida cúprico, as subparcelas sem reaplicação apresentaram os maiores níveis de doença (Quadro 10), embora, quando se comparavam as subparcelas no tratamento com quatro pulverizações, em relação às outras duas, não houvesse diferença (Quadro 11). Quanto aos valores de produção, entretanto, esses foram maiores na subparcela que recebeu as quatro pulverizações (Quadro 10), havendo diferença significativa (Quadro 11) entre eles. Para o tratamento com três pulverizações, a subparcela que recebeu as pulverizações apresentou os menores níveis de doença (Quadro 10) e foram detectadas diferenças para as características AFCE, AAFCF e ANLSE. De modo similar, no tratamento com duas pulverizações do fungicida cúprico, a subparcela com reaplicação também apresentou os menores níveis de doença (Quadro 10), entretanto, apenas as características ANLCE e ANLSE foram diferentes (Quadro 11).

Nas subparcelas dos tratamentos com aplicação inicial das doses de 0,24 e 0,48 kg/ha de triadimenol, não se observaram diferenças entre forma de resposta das doses empregadas nas subparcelas (Quadro 11). Apenas a característica AFCF, no tratamento com reaplicação da dose de 0,72 kg/ha de triadimenol, apresentou diferenças (Quadro 11) na resposta linear com as outras subparcelas. A maior dose de triadimenol apresentou o menor número de folhas doentes (incidência), (Quadro 10), cujos valores foram estatisticamente diferentes (Quadro 11).

### 3.2.3. Ciclo de 1993/1994

Em razão do efeito bianual da produção, os rendimentos dessa região, que no ciclo anterior foram de 2,6 sacas/ha no tratamento testemunha (Quadro 10), atingiram nesse ciclo o rendimento de 39,9 sacas/ha de café beneficiado (Quadro 12). A lavoura recuperou a sua produção de maneira generalizada e os efeitos dos tratamentos, em nível de parcela e subparcelas, puderam ser avaliados em um ciclo de alta produção.

No ensaio, de modo geral, a testemunha apresentou os maiores valores de incidência e severidade de doença, seguida, em ordem decrescente de eficiência, pelos tratamentos com as diferentes estratégias de aplicação do fungicida cúprico e, depois, pelos tratamentos com as diferentes doses de triadimenol. O tratamento que mostrou maior eficiência no controle da doença foi o que recebeu a aplicação do triadimenol + dissulfoton, e nele foram verificados os menores níveis de doença e os maiores rendimentos (Quadro 12). Nos tratamentos com as diferentes estratégias de uso do fungicida oxiclreto de cobre 50 PM, pôde-se observar (Quadro 12) que os resultados obtidos nas subparcelas com e sem reaplicação não apresentaram consistência quanto à redução dos níveis de doença; os melhores rendimentos corresponderam à subparcela com reaplicação de quatro pulverizações do fungicida cúprico. Para as doses de triadimenol, pôde-se observar (Quadro 12) que, à medida que se aumentou a dose do fungicida

Quadro 12 - Área diária abaixo da curva para a percentagem de folhas com ferrugem (AFCF), percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCE), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE) e produção de grãos, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicloreto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Patrocínio, Minas Gerais (ciclo de 1993/1994)

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		AFCF		AAFCE			
		SR	CR	SR	CR		
Ox. de Cobre (Foliar)		----- %dia -----					
		--					
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	24,75	22,21	51,66	47,12		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	23,67	22,96	55,35	48,92		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	18,75	21,39	40,30	43,08		
$\bar{Y}$ Cúprico		22,39	22,18	49,10	46,37		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	26,32	19,03	15,85	77,92	42,41	34,22
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	22,85	7,71	1,78	63,64	11,42	2,27
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	25,82	4,03	0,92	67,07	4,30	1,05
$\bar{Y}$ Triadimenol		24,99	10,25	6,18	69,54	19,37	12,51
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.	0,42	0,07		0,46	0,03	
$\bar{Y}$ Sistêmicos		12,70	5,16		35,00	9,70	
Testemunha		27,67		83,53			

Quadro 12, Cont.

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		ANLCE		ANLSE			
		SR	CR	SR	CR		
<b>Ox. de Cobre (Foliar)</b>		----- n.º dia ----- --					
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	69,78	73,50	21,39	19,07		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	67,42	70,71	23,78	21,53		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	55,92	58,78	17,42	17,10		
<b><math>\bar{Y}</math> Cúprico</b>		64,37	67,66	20,86	19,23		
<b>Triadimenol (Solo)</b>		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	123,10	69,03	53,42	33,35	20,82	18,57
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	89,00	19,21	3,56	29,50	6,28	1,03
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	87,78	9,67	1,57	21,32	3,42	0,46
<b><math>\bar{Y}</math> Triadimenol</b>		99,96	32,63	19,51	28,05	10,17	6,68
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.	0,89	0,07	-	0,14	0,00	
<b><math>\bar{Y}</math> Sistêmicos</b>		50,42	16,35	-	14,09	5,08	
Testemunha		137,64		34,03			



Quadro 12, Cont.

Tratamentos	Época de Aplicação	Características Avaliadas					
		Produção					
		SR	CR	SR	CR	SR	CR
Ox. de Cobre (Foliar)		----- kg/pl <sup>(3)</sup> -----			----- Sc/ha <sup>(4)</sup> -----		
		-		-			
- 1,5 kg/ha/aplic.	dez., jan., fev., mar.	0,185	0,457	8,8	21,7		
- 2,0 kg/ha/aplic.	jan., fev., mar.	0,195	0,275	9,2	13,0		
- 3,0 kg/ha/aplic.	jan., mar.	0,207	0,360	9,8	17,1		
$\bar{Y}$ Cúprico		0,195	0,364	9,3	17,3		
Triadimenol (Solo)		SR	½ DR	DR	SR	½ DR	DR
- 0,24 kg/ha/aplic.	jan.	0,708	0,823	0,769	33,7	39,1	36,6
- 0,48 kg/ha/aplic.	jan.	0,853	0,839	0,579	40,6	39,9	27,5
- 0,72 kg/ha/aplic.	jan.	0,898	1,007	0,986	42,7	47,9	46,9
$\bar{Y}$ Triadimenol		0,819	0,889	0,778	39,0	42,3	37,0
Triad.+Dissul. (Solo)	jan.	1,134	0,918		53,9	43,7	
$\bar{Y}$ Sistêmicos		0,976	0,903		46,5	43,0	
Testemunha		0,839			39,9		

(1) Percentagem de folhas com ferrugem e de área foliar lesionada.dia.

(2) Número de lesões.dia.

(3) Café beneficiado kg/planta.

(4) Sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare.

Ox. Cobre = Oxicloreto de cobre 50 PM.

Triadimenol = Triadimenol 6 GR.

Triad. + Dissul. = Triadimenol + Dissulfoton (0,48 + 2,40 kg/ha).

SR = Sem reaplicação.

½ DR = Metade da dose reaplicada.

CR = Com reaplicação.

DR = Dose reaplicada.

granulado aplicado no solo, menores foram os valores das variáveis quantificadas da doença; entretanto, não se manteve a mesma consistência para os dados de produção. No tratamento com triadimenol + dissulfoton, a subparcela sem reaplicação do fungicida + inseticida apresentou maiores rendimentos (Quadro 12) que a subparcela que recebeu reaplicação de um quarto da dose adotada inicialmente.

A análise estatística dos dados obtidos para as parcelas (Quadro 13) indica diferenças entre os tratamentos com controle e a testemunha nas características AFCF, AAFCF, ANLCE e ANLSE, permitindo afirmar que, em média, os tratamentos que receberam aplicação de fungicidas apresentaram os menores níveis de doença (Quadro 12). Entre as estratégias de uso do fungicida cúprico e as formulações do sistêmico, houve diferenças para todas as características quantificadas da doença e na produção. As formulações do sistêmico, em média, apresentaram os menores níveis de doença e maior produção (Quadro 13). Entre as formulações do sistêmico (triadimenol isolado e triadimenol + dissulfoton), o tratamento com a mistura fungicida + inseticida apresentou os menores níveis de doença (Quadros 12 e 13). Não se detectaram diferenças para os tratamentos com as três estratégias de uso do fungicida cúprico. Por comparação linear das parcelas tratadas com triadimenol (Quadro 13), observa-se que, à medida que se aumentou a dose do fungicida sistêmico granulado aplicado no solo (0,24, 0,48 e 0,72 kg/ha), houve uma redução linear de todas as características quantificadas de doença (Quadros 12 e 13). Apenas a característica AFCF apresentou efeito linear e quadrático. A interpretação dos efeitos avaliados para essa variável indica que, entre as doses de 0,24 a 0,48 kg/ha de triadimenol, ocorreu uma redução acentuada da incidência de doença e, entre as doses de 0,48 a 0,72 kg/ha de triadimenol, essa redução foi de menor intensidade.

Nas subparcelas, para as diferentes estratégias de uso da formulação cúprica, as plantas das subparcelas sem reaplicação apresentaram tendência a maiores níveis de doença em relação às plantas das subparcelas pulverizadas em

Quadro 13 - Análise de variância da área diária abaixo da curva de percentagem de folhas com ferrugem (AFCF) para a percentagem de área foliar com ferrugem por folha (AAFCE), número de lesões com esporos por folha (ANLCE), número de lesões sem esporos por folha (ANLSE), (estes valores foram transformados em raiz quadrada) e análise da produção de grãos kg/planta, em função das diferentes estratégias de aplicação de oxicleto de cobre e doses de triadimenol isolado e combinado com dissulfoton, em Patrocínio, Minas Gerais (ciclo de 1993/1994)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCE	AAFCE	ANLCE	ANLSE	Produção
Bloco	3	1,956	9,71	11,97	2,36	0,1737
Testemunha vs. Controle	1	8,378**	39,15**	76,82**	13,83**	0,1236
Cúprico vs. Sistêmicos	1	38,891**	73,05**	90,19**	29,34**	5,3123**
Triad. vs. Triad. + Dissul.	1	40,668**	97,04**	145,91**	49,26**	0,2544
Cobre <sub>1</sub> + Cobre <sub>2</sub> vs. Cobre <sub>3</sub>	1	0,438	1,58	2,23	0,74	0,0001
Cobre <sub>1</sub> vs. Cobre <sub>2</sub>	1	0,009	0,01	0,32	0,11	0,0295
Triad. l	1	15,244**	44,60**	74,90**	28,27**	0,2324
Triad. g	1	2,177**	6,80	11,49	2,51	0,0927
Erro (a)	21	0,389	2,60	2,81	0,78	0,0826
CV (%)		20,7	36,7	31,1	30,4	42,9

Quadro 13, Cont.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		AFCF	AAFCF	ANLCE	ANLSE	Produção
SR vs. CR d/Cobre <sub>1</sub>	1	0,0962	0,08	0,05	0,12470	0,1474
SR vs. CR d/Cobre <sub>2</sub>	1	0,0002	0,05	0,08	0,03484	0,0129
SR vs. CR d/Cobre <sub>3</sub>	1	0,1393	0,09	0,03	0,00002	0,0468
CRl d/Triad. 0,24 kg/ha	1	2,8220**	14,50**	24,61**	3,62678**	0,0074
CRq d/Triad. 0,24 kg/ha	1	0,1592	1,04	1,54	0,42375	0,0190
CRl d/Triad. 0,48 kg/ha	1	17,4059**	62,36**	82,59**	29,24673**	0,1504
CRq d/Triad. 0,48 kg/ha	1	0,1908	3,58*	3,07	0,92383*	0,0404
CRl d/Triad. 0,72 kg/ha	1	24,1438**	69,45**	88,75**	23,65058**	0,0155
CRq d/Triad. 0,72 kg/ha	1	1,8659**	11,23**	8,78**	0,89054*	0,0112
Triad. + Dissul <sub>1</sub> vs. Triad. + Dissul <sub>2</sub> d/Triad. + Dissul <sub>1</sub>	1	0,7027	0,78	1,51	0,10079	0,1870
Erro (b)	30	0,1265	0,71	0,77	0,20717	0,0452
CV (%)		11,8	19,2	16,3	15,6	31,7

Controle = Tratamentos com aplicação de fungicidas.

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Sistêmicos = Triadimenol 6 GR (Triad.) nas doses de 0,24, 0,48 e 0,72 kg/ha e Triadimenol + Dissulfoton: a 0,54 + 2,70 kg/ha (Dose<sub>3</sub>), aplicadas no mês de janeiro; não recebeu reaplicação (Dose<sub>0</sub>) e 2,14 + 10,70 kg/ha (Dose<sub>1</sub>).

Cúprico = Cobre = Oxiclreto de cobre 50 PM, 1 - 1,5 kg/ha, quatro aplicações distribuídas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, e março; 2 - 2,0 kg/ha, três aplicações distribuídas nos meses de janeiro, fevereiro e março; 3 - 3,0 kg/ha, duas aplicações distribuídas nos meses de janeiro e março.

l = Resposta linear; q = Resposta quadrática.

SR = Sem reaplicação; CR = Com reaplicação.

quatro, três e duas ocasiões (Quadro 12); entretanto, não se observaram diferenças entre elas (Quadro 13). Nas subparcelas do tratamento com aplicação da dose de 0,24 kg/ha de triadimenol, observou-se que os maiores níveis de doença corresponderam à subparcela sem reaplicação (Quadro 12), e a resposta linear entre as doses das subparcelas (Quadro 13) mostrou diferenças significativas. Não se observaram diferenças para a resposta quadrática nessas subparcelas. No tratamento com aplicação da dose de 0,48 kg/ha de triadimenol, observaram-se (Quadro 13) efeitos lineares para AFCE, AAFCF, ANLCE e ANLSE, e para as variáveis AAFCF e ANLSE os efeitos foram lineares e quadráticos. Os valores das características AFCE e ANLCE diminuíram de forma linear entre as subparcelas tratadas com triadimenol. As variáveis ANLSE e AAFCF apresentaram efeitos linear e quadrático significativos. Esse comportamento indica que entre a subparcela sem reaplicação e a tratada com 0,24 kg/ha ocorreu uma acentuada diminuição das lesões sem esporos e da área foliar lesionada e, na subparcela com aplicação de 0,24 e 0,48 kg/ha de triadimenol, a diminuição dos níveis de severidade foram menores.

No tratamento com aplicação da dose de 0,72 kg/ha de triadimenol granulado foram observadas diferenças tanto para as respostas lineares como para as quadráticas, para todas as variáveis quantificadas da doença. A análise dos dois efeitos testados mostra que a subparcela tratada com a dose de 0,36 kg/ha, que corresponde à subparcela com a metade da dose, provocou diminuição maior da incidência e da severidade da doença, em relação à subparcela sem reaplicação. Entre as subparcelas tratadas com 0,36 e 0,72 kg/ha, a redução foi de menor intensidade, em relação às doses menores.

Quanto ao tratamento com reaplicação de triadimenol + dissulfoton, apesar de haver apresentado em ambas as subparcelas os níveis mais baixos de doença em relação a todos os outros tratamentos avaliados (Quadro 12), foram detectadas diferenças entre as subparcelas com relação à característica AFCE (Quadro 13). A subparcela que recebeu reaplicação de metade da dose, que corresponde a um quarto da dose inicialmente aplicada, apresentou a menor incidência da doença (Quadro 12).

#### 4. DISCUSSÃO

Os anos agrícolas de 1991/1992 e de 1993/1994, nas localidades de Teixeira e Patrocínio, caracterizaram-se por apresentar altos rendimentos de café beneficiado por hectare. Também foi durante esses ciclos que a intensidade de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) foi maior no tratamento testemunha. Tal comportamento está de acordo com os resultados obtidos por Eskes & Souza (1981), Zambolim et al. (1992) e Silva-Acuña (1994). Esses autores concluíram que a carga pendente é um dos fatores condicionantes da epidemia. Entretanto, durante o ciclo de 1992/1993, mesmo sendo considerado ano de baixa produção, em Patrocínio os níveis de doença dos tratamentos com aplicação de fungicidas foram superiores aos do ciclo de 1991/1992. Esse comportamento particular da doença pode ser explicado pelas precipitações pluviométricas ocorridas de setembro a novembro de 1992, atingindo 423 mm, sem incluir outros 368 mm de dezembro desse mesmo ano, o que permitiu a rápida recomposição do inóculo. Como consequência, em dezembro, quando foi realizada a primeira pulverização, a percentagem média de doença no experimento era de 23%. Essa situação é totalmente diferente da ocorrida nos ciclos de 1991/1992 e 1993/1994, quando a precipitação pluviométrica em setembro e novembro foi de 297 e 260 mm, respectivamente, e os níveis de doença, em média, em dezembro, foram de 0,0 a 0,5% de folhas com ferrugem.

Em Teixeira, durante o ciclo de 1991/1992, os níveis de doença nos tratamentos com três diferentes estratégias de uso do fungicida cúprico foram similares. Potencialmente, todas elas seriam alternativas válidas de controle; entretanto, foi possível constatar, mesmo nesse primeiro ciclo, que os melhores resultados de produção estavam associados ao tratamento de quatro pulverizações do fungicida oxiclreto de cobre 50 PM, realizadas entre dezembro e março. Este resultado foi consolidado no segundo ciclo (1992/1993), quando foi observada maior eficiência do tratamento em nível de parcela, alcançando níveis maiores de produção em relação às outras duas estratégias avaliadas. No entanto, no ciclo de 1993/1994, em que, de maneira geral, os rendimentos foram maiores, não se observaram diferenças entre as três estratégias de controle, mas foi possível constatar a eficiência da formulação do cúprico nas subparcelas de cada uma.

As plantas das subparcelas tratadas sempre apresentaram menores níveis de doença, o que demonstra a necessidade de usar formulação cúprica em todos os ciclos da cultura. Baseando-se no fato de que a resposta da produção no segundo ciclo é devida à proteção proporcionada pela formulação à planta contra a doença do ano anterior, seria conveniente manter as aplicações do fungicida cúprico ao longo dos anos, em razão de sempre haver carga pendente.

No ciclo de 1993/1994, aplicando a estratégia de três pulverizações de fungicida cúprico de janeiro a março, houve diferença na produção entre as subparcelas tratadas e as não-tratadas. Esse comportamento particular poderia ser atribuído a um ataque tardio da ferrugem do cafeeiro e, ou, do inseto *Perileucoptera coffeella*, que provocou uma desfolha acentuada das plantas, reduzindo conseqüentemente a produção. Entretanto, a subparcela não-tratada no ciclo de 1992/1993 produziu altos rendimentos, o que suporta a hipótese anterior.

Os resultados de produção e controle de ferrugem com as estratégias de uso do oxiclreto de cobre 50 PM indicam que o esquema de quatro pulverizações, em intervalos de 30 dias, começando em dezembro e concluindo em março, oferece proteção eficiente à cultura. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Cruz Filho & Chaves (1975 e 1985), Jaramillo (1988) e Silva-Acuña et al. (1992). Esses autores concluíram que, para os fungicidas cúpricos,

as pulverizações devem ser realizadas com caráter preventivo, ou seja, antes que ocorram sintomas visíveis da doença nas plantas. Essa época corresponde ao mês de dezembro, na região de Viçosa.

Para Patrocínio, nos ciclos de 1991/1992 e 1992/1993, não foram constatadas diferenças entre as estratégias de uso do fungicida oxiclureto de cobre 50 PM. Entretanto, esperava-se observar a repercussão do tratamento do ciclo de 1991/1992 sobre a produção do ciclo de 1992/1993, mas observaram-se apenas diferenças na produção entre as subparcelas tratadas para a estratégia de quatro pulverizações (de dezembro a abril). Os níveis de doença atingidos nas três estratégias de controle com uso do fungicida cúprico, no ciclo de 1993/1994, demonstraram que esses tratamentos não são confiáveis para o controle da doença, em função da época em que foram realizadas as pulverizações, por não terem sido observadas nas subparcelas diferenças entre plantas tratadas e não-tratadas. Ademais, o efeito significativo sobre a produção obtida no ciclo de 1992/1993 é devido ao íon  $\text{Cu}^{++}$  sobre a produção de grãos (Cruz Filho & Chaves, 1985) e não à proteção da cultura contra a doença.

Os resultados obtidos para as estratégias de uso do fungicida cúprico em Patrocínio não apresentaram consistência suficiente para que seja recomendado. Se usados os critérios sugeridos por Cruz Filho & Chaves (1975), que se baseiam na realização de pulverizações nos meses de maior intensidade de precipitação pluviométrica, seria recomendável iniciar as pulverizações antes de dezembro, com a finalidade de se obterem melhores resultados, tanto no controle da doença quanto na resposta dos tratamentos em relação à produção.

Para as doses de triadimenol, em Teixeira, no ciclo de 1991/1992, a dose de 0,24 kg/ha não foi eficiente para reduzir os níveis de intensidade de doença. Esses níveis, em média, foram praticamente iguais aos da testemunha (sem aplicação), tendo, inclusive, algumas das características avaliadas apresentado níveis superiores de doença. A dose de 0,42 kg/ha de triadimenol também não foi eficiente: os níveis de incidência e severidade superaram as médias de doença atingidas pelas estratégias de aplicação do fungicida cúprico, ou seja, uma única aplicação do fungicida sistêmico, como é recomendado, não



superou, em eficiência, as estratégias com quatro, três e duas pulverizações do fungicida cúprico. A dose de 0,72 kg/ha de triadimenol 6 GR foi a que apresentou os menores níveis de doença, e algumas das variáveis quantificadas foram menores do que as obtidas no tratamento triadimenol + dissulfoton. Esse último foi o de maior eficiência, tanto no controle da doença quanto na produção.

O comportamento de cada uma das doses avaliadas de triadimenol em Teixeira, no ciclo de 1991/1992, foi similar ao observado em Patrocínio, nesse mesmo ciclo. A constatação de efeitos lineares entre as doses de triadimenol demonstrou, para ambas as localidades, que a dose de 0,72 kg/ha de triadimenol 6 GR diminuiu significativamente a doença numa taxa constante, sugerindo a necessidade de testar doses maiores.

No ciclo de 1992/1993, em Teixeira, as doses de triadimenol praticamente não tiveram nenhuma expressão, seja quanto à eficiência de controle, seja quanto à produção, como resposta à dose empregada no ciclo anterior. Não houve resposta favorável sobre as variáveis quantificadas, nem mesmo na dose maior de triadimenol 6 GR. Os baixos níveis de doença não corresponderam à eficiência de controle, e não havendo produção de frutos, não há desenvolvimento da doença. Mesmo constatando que com maior dose obteve-se menor intensidade de doença, tal efeito de controle não se traduziu em resposta na produção desse tratamento. A falta de resposta é devida à ocorrência de uma acentuada desfolha induzida por *P. coffeella*; o ataque desse inseto ocorre fora do período de quantificação da ferrugem do cafeeiro, isto é, logo após a colheita, na fase de menor intensidade de chuvas (Souza & Reis, 1992).

Em Patrocínio, mesmo sendo considerado ano de baixa carga pendente, os níveis de doença, com as diferentes doses de triadimenol, foram maiores do que os obtidos no ciclo de 1991/1992. Mas, em nível de parcela, foi detectado efeito linear entre as doses de triadimenol em todas as características quantificadas da doença; entretanto, o mesmo efeito não foi constatado sobre a produção, embora fossem observadas tendências a esse tipo de resposta: a dose de 0,72 kg/ha de triadimenol foi mais eficiente e, na subparcela dessa dose, constatou-se a eficiência linear de controle, diminuindo a incidência da doença.

Caso pudesse existir efeito cumulativo das doses de triadimenol utilizadas nas parcelas no primeiro ciclo (1991/1992), poderia ter sido observado pelo menos na subparcela com aplicação de maior dose, inclusive na subparcela sem aplicação; entretanto, tal efeito não foi observado. Mesmo sendo ano de baixa carga, os níveis de doença foram superiores aos obtidos no primeiro ciclo. Esse tipo de comportamento pode ter ocorrido em decorrência da quantidade de precipitação pluviométrica do ciclo de 1992/1993, que atingiu 1.608 mm entre os meses de novembro de 1992 a abril de 1993.

Para o ciclo de 1993/1994, ambas as localidades apresentaram maiores rendimentos, em função da bianualidade da produção, mas não foi possível observar diferenças na produção entre as doses estudadas, nem em nível de parcela e nem de subparcela. Tanto para Teixeira como para Patrocínio, em nível de subparcela pôde ser observada redução significativa da intensidade de doença, seja pelos efeitos lineares nas subparcelas, com a dose de 0,24 kg/ha de triadimenol, seja pelos efeitos lineares e quadráticos nas subparcelas com as doses de 0,48 e 0,72 kg/ha de triadimenol. Essa eficiência na redução da intensidade da doença foi proporcional às doses utilizadas; mesmo assim, não houve respostas sobre os valores de produção. É possível observar tendências ao aumento linear da produção. Os efeitos lineares e quadráticos entre as doses avaliadas de triadimenol 6 GR demonstram a efetividade do fungicida em reduzir os níveis de doença; tais reduções são mais acentuadas para a dose de 0,72 kg/ha de triadimenol. Esses resultados indicam que, a partir dessa dose, haveria controle eficiente da doença. Esses resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Luckmann (1993a) e Matielli et al. (1993) em Londrina, no Paraná, e Monte Carmelo e Patrocínio, em Minas Gerais, com os quais constatou-se que, a partir da dose de 0,72 kg/ha de triadimenol (12 kg/ha de Bayfidan 6 GR), ocorriam resultados satisfatórios de controle; entretanto, esses autores nada informaram sobre os rendimentos. Ainda assim, recomendaram a utilização de 0,90 kg/ha de triadimenol 6 GR (15,0 kg/ha de Bayfidan 6 GR), baseados no fato de essa dose proporcionar um bom efeito visual, mantendo o cafeeiro bem enfolhado após a colheita, e por ter controlado eficientemente a doença.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o uso do triadimenol 6 GR na dose de 0,72 kg/ha diminui a intensidade da doença de forma significativa; entretanto, não apresenta respostas positivas sobre a produção. Indica, também, que, tanto na região de Viçosa quanto em Patrocínio, onde ataques de *P. coffeella* podem causar uma acentuada desfolha na cultura, essa formulação não deve ser utilizada sem estar combinada com um inseticida para o controle da praga. Se aplicado isoladamente, o triadimenol não traz retorno econômico com o controle da ferrugem do cafeeiro.

A dose atualmente empregada do Baysiston (triadimenol + dissulfoton) (1,5+7,5) G oscila entre 40 e 50 kg/ha para lavouras com densidade de até 3.330 plantas por hectare. As doses empregadas nos ciclos de 1991/1992 e 1992/1993, em Teixeira e Patrocínio, foram quatro e duas vezes maiores do que as recomendadas, respectivamente. Essas doses foram adotadas com o objetivo de se avaliar o comportamento da doença diminuindo-as ou suprimindo-as totalmente, até atingir a dose recomendada comercialmente no terceiro ciclo de estudo (1993/1994). Os resultados do ciclo de 1991/1992, em Teixeira, demonstraram que, mesmo utilizando doses quatro vezes maiores que a dose recomendada, a doença não é “erradicada”, sobretudo durante o ano de alta produção, em que a média obtida nesses tratamentos foi de 1,5 kg/planta de café beneficiado. Entretanto, em Patrocínio, em que a produção de café beneficiado foi de 0,8 kg/planta, portanto 53,33% menor, a efetividade do controle foi maior, ou seja, os níveis de intensidade de doença foram menores. Esse comportamento também está descrito na literatura, mesmo quando se empregam as doses recomendadas nos anos de alta carga pendente (Mansk & Matiello, 1991; Almeida et al., 1994).

Os níveis de doença atingidos no tratamento triadimenol + dissulfoton foram os menores do experimento para ambas as localidades, e a produção do primeiro ciclo em Teixeira produziu, em média, mais que os outros tratamentos. Em Patrocínio, em média, esses níveis de produção foram similares aos do tratamento com quatro pulverizações com oxiclreto de cobre 50 PM, embora ambos os resultados não tenham tido nenhuma repercussão estatística em relação

aos outros tratamentos. Isso é normalmente observado no primeiro ano, quando se inicia o experimento, se as parcelas são homogêneas tanto no porte quanto no enfolhamento, no material genético e na produção. A partir do segundo ciclo (1992/1993), nas duas localidades, a doença foi praticamente “erradicada”. Isso, talvez, seja devido ao resíduo do tratamento realizado no primeiro ciclo e à reaplicação no segundo ciclo, tanto da dose completa em uma das subparcelas e como de 50% dessa dose na outra subparcela, ambas tratadas com triadimenol + dissulfoton. A redução de 50% da quantidade de fungicida + inseticida aplicada na subparcela não causou nenhum impacto sobre o controle, mantendo ambas as subparcelas com níveis muito baixos da doença. A formulação de triadimenol em mistura com o inseticida dissulfoton permitiu rendimento de 39 sacas/ha de café beneficiado, mesmo quando havia ataque de *P. coffeella*, enquanto o controle da doença com triadimenol isolado nos três tratamentos em que houve reaplicação com a dose completa resultou na produção média de apenas 9,9 sacas/ha. Esse resultado está de acordo com o trabalho de Jaramillo (1988) sobre a aditividade que a mistura fungicida+inseticida apresenta no controle da doença e do *P. coffeella* e, conseqüentemente, sobre seus efeitos na produção.

Considerando os resultados obtidos neste trabalho, o custo dos produtos para o controle da ferrugem do cafeeiro representaria, em número de sacas de café beneficiado/ha, o equivalente a 0,5, 1,4 e 1,8, para os fungicidas oxicloreto de cobre 50 PM, triadimenol 6 GR e triadimenol + dissulfoton (1,5+7,5) GR, respectivamente.

A subparcela que, no ciclo de 1992/1993, em Teixeira, recebeu 50% da quantidade do fungicida+inseticida teve efeito favorável sobre a produção, quando comparada com a subparcela que recebeu a dose completa. Segundo Matiello et al. (1993), o cafeeiro é uma planta tolerante a doses elevadas de triadimenol + dissulfoton. Entretanto, em Teixeira, no ciclo de 1992/1993, o decréscimo de produção demonstra uma situação de fitotoxicidez, resultando em uma coloração amarelada da folhagem das plantas. Esse mesmo resultado não foi observado em Patrocínio, no ciclo de 1992/1993, talvez porque, nessa localidade, a intensidade de precipitações pluviométricas foi maior que a ocorrida em

Teixeiras, o que pode ter provocado maior diluição da concentração do produto no solo.

Para o ciclo de 1993/1994, em ambas as localidades, após suprimir a aplicação da triadimenol + dissulfoton e usar apenas a dose comercialmente recomendada para as duas subparcelas, não foram observadas diferenças para as características de incidência e severidade da doença; idêntico comportamento apresentou a produção. Os rendimentos em Teixeira foram de 68 e 69 sacas de café beneficiado/ha e, em Patrocínio, foram de 43 e 46 sacas/ha para as subparcelas com aplicação de  $\frac{1}{4}$  da dose inicial e sem aplicação do fungicida + inseticida, respectivamente. Os resultados obtidos durante os três ciclos de manejo das doses de triadimenol + dissulfoton indicam que o uso das doses, como adotadas nos experimentos, durante dois ciclos seguidos, poderia suprimir uma aplicação posterior, em razão da possível presença de resíduos do produto. Também pôde-se observar que a diminuição gradual da dose favoreceu o aumento dos rendimentos em Teixeira, e tais diminuições não comprometeram o controle da doença. Especial atenção merecem esses produtos porque atualmente eles estão sendo utilizados de forma contínua no controle da ferrugem do cafeeiro e nada impede que possa ocorrer acúmulo no solo ou na planta e que, posteriormente, venha a causar problemas de poluição de águas subterrâneas e, conseqüentemente, de açudes, poços e lagos. O inseticida dissulfoton, que é usado em mistura com o fungicida triadimenol, é de classe toxicológica I e pode ser retido por muito tempo no solo. Matiello et al. (1991) relataram que, usando a mistura triadimenol + dissulfoton com 1% de triadimenol, foram observados efeitos sobre a doença no ciclo seguinte, reduzindo-a de 85% no tratamento testemunha para 2% na parcela tratada, em Venda Nova (ES). Resultados similares os autores verificaram no Vale de Rio Preto (RJ) quando usaram triadimenol em doses entre 0,45 e 1,00 kg/ha, em parcelas tratadas, durante dois anos seguidos. Em Varginha (MG), constataram redução de 95% para 5% de infecção. Esses resultados demonstram que mesmo o triadimenol, em menores concentrações em relação à formulação atualmente comercializada, acumula-se no solo ou na planta.

Há necessidade de racionalizar o uso desse produto em razão do seu efeito residual. Poucos são os estudos que apresentam a repercussão residual de distintas proporções da mistura e de manejo das doses, com o objetivo de diminuir os níveis de resíduos do produto.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Durante os anos agrícolas 1991/1994 foram conduzidos dois experimentos em Teixeira e Patrocínio, Zona da Mata e Região do Cerrado do Estado de Minas Gerais, respectivamente, com os objetivos de determinar a estratégia alternativa para uso do oxicloreto de cobre 50 PM e a dose de triadimenol 6 GR para controlar a ferrugem do cafeeiro, e avaliar o comportamento da doença com o uso de doses diferentes de triadimenol + dissulfoton (1,5 + 7,5) GR.

Os resultados obtidos, de maneira geral, em ambas as localidades, mostraram que tanto as estratégias do uso de fungicida cúprico como as doses das duas formulações do fungicida sistêmico triadimenol foram eficientes, apresentando menores níveis de doença e maior produção que o tratamento testemunha. Em Teixeira, no ciclo de 1991/1992, as estratégias de uso do fungicida cúprico protegeram a cultura contra a doença com maior eficiência que as formulações do sistêmico. Em Patrocínio, nesse mesmo ciclo, as estratégias de aplicação do cúprico não foram mais eficientes que as formulações do sistêmico, porém superaram-nas em produção. No ciclo de 1992/1993, a repercussão dos tratamentos com estratégias de uso do cúprico, em Teixeira, permitiu detectar sua efetividade, particularmente o tratamento de quatro pulverizações entre os meses de dezembro e março, resultando em maiores rendimentos. Entretanto, em

Patrocínio, essas estratégias apresentaram rendimentos superiores aos dos tratamentos com formulações do sistêmico apenas na subparcela com quatro pulverizações entre os meses de dezembro e março, mas com diferenças em relação à intensidade de doença, em nível de parcela, a favor das formulações do sistêmico. No ciclo de 1993/1994, nas subparcelas, foi possível constatar a efetividade da formulação cúprica nas estratégias de controle realizadas em Teixeira e, em Patrocínio, não houve diferenças entre as subparcelas tratadas e não-tratadas.

Para as doses de triadimenol 6 GR, tanto para Teixeira como para Patrocínio, no ciclo de 1991/1992, constatou-se a efetividade da dose de 0,72 kg/ha de triadimenol, diminuindo a intensidade de doença de forma linear. No ciclo de 1992/1993, em ambas as localidades, as plantas desses tratamentos sofreram uma severa desfolha pelo inseto *Perileucoptera coffeella*. Os níveis de doença foram muito baixos nos tratamentos com as diferentes doses de triadimenol, não por causa da eficiência do fungicida, mas, sim, pela baixa produtividade desses tratamentos. No ciclo de 1993/1994, em ambas as localidades, em razão do efeito bianual da produção, houve uma recuperação generalizada dos rendimentos, inclusive nesses tratamentos, e foi possível verificar a efetividade das doses, à medida que se aumentou a quantidade do ingrediente ativo por hectare; a maior eficiência esteve associada à dose de 0,72 kg/ha de triadimenol. Não houve resposta das doses avaliadas sobre a produção nos ciclos estudados.

Os tratamentos que receberam aplicação da formulação de triadimenol + dissulfoton (1,5 + 7,5) GR apresentaram os menores níveis de doença e os maiores rendimentos durante os três ciclos do experimento; entretanto, os resultados de produção do ciclo de 1991/1992 não tiveram implicação estatística sobre os outros tratamentos nas duas localidades. A diminuição gradual da dose até atingir a recomendação atual não afetou o controle da doença. Entretanto, no ciclo de 1992/1993, em Teixeira, houve redução de produção no tratamento que recebeu a reaplicação da dose inicial.



No ciclo de 1993/1994, quando foi suprimida a aplicação do produto ou apenas aplicado  $\frac{1}{4}$  da dose inicial, não foram observadas diferenças quanto ao controle e à produção. Os níveis de intensidade de doença foram muito baixos, a doença foi praticamente “erradicada” dos tratamentos com triadimenol + dissulfoton a partir do segundo ciclo dos experimentos e sempre apresentando alta produtividade. O efeito residual do triadimenol + dissulfoton, constatado no controle da doença no tratamento sem reaplicação, sugere a necessidade de racionalidade no uso dessa formulação, em razão da potencialidade de contaminação das águas subterrâneas com resíduos tóxicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADUAYI, E.A. Effects of copper fungicide on soil and leaf nutrient composition and yield of coffee trees. *Turrialba* 25:132-137, 1975.
- ALMEIDA, S.R. & MATIELLO, J.B. Dosagens de Baysiston no controle de ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, Maringá, 1989. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1989. p.220-222.
- ALMEIDA, S.R. & MATIELLO, J.B. Dosagens de Baysiston no controle da ferrugem do cafeeiro. Efeito residual após dois anos consecutivos de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, Varginha, 1991. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1991. p.57-58.
- ALMEIDA, S.R.; MATIELLO, J.B.; FERRONI, J.B. Épocas e modos de aplicação de Baysiston no controle da ferrugem da cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 20, Guarapari, 1994. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCÁFE, 1994. p.7-8
- ALMEIDA, S.R.; MATIELLO, J.B.; MANSK, Z. Tecnologia de aplicação de fungicida sistêmico triadimenol para controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1987. p.175-177.
- BARTHOLO, G.F.; MAGALHÃES FILHO, A.A.R.; GONTIJO, P.T.G.; CHALFOUN, S.M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. *Informe Agropecuário* 14:33-44.1989

- BURDEKIN, D.A. Influence of varieties and season upon mineral levels of coffee leaves from Puerto Rico. *Journal Agricultural University* 53:177-186, 1969.
- CARMO, M.G.F. do. Progresso e disseminação da antracnose e da ferrugem do feijoeiro nos sistemas de monocultivo e de consorcio com o milho. Viçosa, MG, UFV, 1989. 81p. (Tese M.S.)
- CARNEIRO, F.F.; MOURA, A.L.; ISHIZAKA, A.M. Estudo da época de aplicação de fungicida mais inseticida sistêmico, aplicados via solo no controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, Maringá, 1989. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1989. p.90-92
- CHAVES, G.M. ; MATSUOKA, K.; CARVALHO, M.G.; CRUZ FILHO, J. Ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Resultados preliminares de ensaios sobre avaliação de fungicidas, em Minas Gerais. In: RELATORIOS DAS PESQUISAS SOBRE *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., 1, Reunião Anual, Rio de Janeiro, 1971. Rio de Janeiro, p.1-14.
- CRUZ FILHO, J. & CHAVES, G.M. Avaliação da eficiência de fungicidas orgânicos e à base de cobre no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 8, Mossoró, 1975. Mossoró, p.58-62.
- CRUZ FILHO, J. & CHAVES, G.M. Calda Viçosa no Controle da ferrugem do cafeeiro. Viçosa, MG, UFV, 1985. 22p. (Informe técnico)
- ESKES, A.B. & SOUZA, E.Z. Ataque da ferrugem em ramos com e sem produção de plantas do cultivar catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9, São Lourenço, 1981. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1981 p.186-188.
- EUCLIDES, R.F. Sistema para análises estatísticas e genéticas (SAEG). Central de Processamento de Dados. Viçosa, UFV, 1983. 68p.
- JARAMILLO, T. Esquema, métodos de aplicação e translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) Viçosa, MG, UFV, 1988. 69p. (Tese MS)
- KRANZ, J. Comparison of epidemics. *Annual Review of Plant Pathology* 12:355-374. 1974.
- KUSHALAPPA A.C. & ESKES, A.B. Advances in coffee rust research. *Annual Review Phytopathology* 27:503-531, 1989.

- KUSHALAPPA, A.C. & CHAVES, G.M. An analysis of the development of coffee rust in the field. *Fitopatol. bras.* 5:95-183, 1980.
- LUCKMANN, J.M. Eficiência do Bayfidan 6 GR (triadimenol) no controle a ferrugem do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS 19, Três Pontas, 1993. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1993a. p.52-53.
- LUCKMANN, J.M. Épocas de aplicação do Baysiston no controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19, Três Pontas, 1993. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1993b. p.63.
- MANSK, Z. & MATIELLO, J.B. Doses e formulações de fungicidas e inseticidas granulados sistêmicos aplicados no solo no controle da ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, Varginha, 1991. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1991. p.75-76.
- MANSK, Z. & MATIELLO, J.B. Estudo do fungicida sistêmico Bayfidan quando aplicado via solo e no tronco do cafeeiro e em pulverização visando ao controle da ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1987. p.27-8.
- MATIELLI, A.; LESSI, R.; PARANAIBA, J.A.; PEREIRA, E.M. Aplicação tardia de Baysiston e Bayfidan 60 GR no controle da ferrugem do cafeeiro, comparada à aplicação em época normal recomendada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 20, Guarapari, 1994. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1994. p.153.
- MATIELLI, A.; PARANAIBA, J.A.; LESSI, R.; GONÇALVES, L.N. Eficiência do Bayfidan 6 GR em diferentes doses no controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19, Três Pontas, 1993. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1993. p.58-59.
- MATIELLO, J.B. Residualidade no controle da ferrugem por efeito de doses do Baysiston, via solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS, 19, Três Pontas, 1993. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFÉ, 1993. p.126-127.
- MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; MANSK, Z. Efeito residual de fungicidas sistêmicos do grupo dos triazóis, no controle à ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, Varginha, 1991. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFÉ, 1991. p.5-6.

- MONACO, L.C. Consequences of the introduction of coffee leaf rust in Brazil. *Annals of New York Academic of Science* 287:57-71, 1977.
- SILVA, O.A. & SILVEIRA, C.A. Avaliação da eficiência de diferentes fungicidas sistêmicos granulados aplicados via solo no controle da ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 20, Guarapari, 1994. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1994. p.36-37.
- SILVA-ACUÑA, R. Intensidade de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) en cafetos com diferentes niveles de producción controlada en Venezuela. *Café Cacao The* 38:19-24 1994.
- SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M.; PEREIRA, A.A. Época da primeira aplicação de fungicida baseado no nível da incidência para o controle da ferrugem do cafeeiro. *Fitopatol. bras.* 17:36-41, 1992.
- SOUZA, J.C. & REIS, P.R. Bicho mineiro: biologia, danos e manejo integrado. Belo Horizonte. EPAMIG, 1992. 28p. (Boletim técnico, 37).
- ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M.C.; CHAVES, G.M. Café. Informe Agropecuário 11:64-75, 1985.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MACABEU, A.J. Nova opção de controle da ferrugem do cafeeiro pela aplicação de triadimenol via solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1987. p.36-8.
- ZAMBOLIM, L.; SILVA-ACUÑA, R.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). *Fitopatol. bras.* 17:32-35. 1992.

## CAPÍTULO 3

### CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEEIRO (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) COM FUNGICIDA APLICADO NO SOLO SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE

#### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso de fungicidas granulados para controlar a ferrugem de cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) tem-se tornado prática comum. O efeito do fungicida sistêmico granulado triadimenol sobre o controle da doença tem sido demonstrado em vários trabalhos (Borges & Matiello, 1987; Zambolim et al., 1987; Silva-Acuña et al., 1993ab; Silva & Silveira, 1994). Do mesmo modo, a sua formulação em mistura com um inseticida, triadimenol + dissulfoton (1,5 + 7,5) G, tem sido eficiente em condições de campo (Mansk & Matiello, 1987; Jaramillo, 1988; Zambolim et al., 1990; Matielli et al., 1994). Os resultados obtidos por esses pesquisadores indicam que esta mistura apresenta melhor desempenho que o triadimenol isolado porque, além de controlar a ferrugem, permite o controle do bicho-mineiro (*Perileuoptera coffeella* Guerin-Meneville).

Essa praga causa acentuada desfolha do cafeeiro, além de comprometer significativamente sua longevidade (Souza & Reis, 1992).

A diminuição drástica do número de lesões e esporulação da ferrugem até 60 dias após a aplicação de triadimenol no solo, em condições de campo, permitiu concluir que o fungicida é translocado rapidamente para a parte aérea da planta (Zambolim et al., 1987). Além disso, Jaramillo (1988) observou que o fungicida exibe efeitos protetor e curativo nas folhas de café inoculadas com *H. vastatrix* 30 dias após a aplicação do produto. Este mesmo autor observou, ainda, que a adição do inseticida dissulfoton ao fungicida triadimenol apresentou efeito aditivo, sugerindo que a absorção de triadimenol pelas raízes foi menor quando aplicado isoladamente do que quando aplicado em mistura; similar observação fizeram Mansk & Matiello (1987), que sugeriram que o dissulfoton deveria proporcionar melhor absorção do fungicida, maior permanência do efeito residual, melhoria do estado nutricional das plantas, além da ação direta do fungicida sobre a doença.

A aplicação desses produtos é recomendada, de modo geral, quando se inicia a estação chuvosa. Esta recomendação é baseada na suposição de que deve existir no solo “maior” umidade para garantir o sucesso da aplicação; entretanto, essa condição de umidade poderia ser prejudicada pelo surgimento de períodos secos ou “veranicos”, que viriam a prejudicar a absorção do produto da solução do solo e, conseqüentemente, comprometer o controle da doença. Em função disso, o presente trabalho teve por objetivo determinar a efetividade de triadimenol + dissulfoton aplicado no solo, em diferentes condições de umidade, sobre a severidade da ferrugem do cafeeiro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na localidade de Viçosa, Minas Gerais, durante os anos de 1993 e 1994, numa lavoura de café do cultivar ‘Catuaí Vermelho’ de oito anos de idade, plantado em curva de nível, com uma planta por cova, em um espaçamento de 3,0 x 1,0 m, numa densidade de 3.333 plantas por hectare. A análise granulométrica do solo da área experimental apresentou classificação textural do tipo muito argilosa, com teores de 16, 10, 12 e 62 % de areia grossa, areia fina, silte e argila, respectivamente. As plantas apresentavam-se com alta carga pendente, bom grau de enfolhamento e uniformes quanto ao porte.

Foram avaliados quatro tratamentos e três receberam aplicação de 0,18 + 0,90 g/planta de triadimenol + dissulfoton sob a projeção da “saia” do cafeeiro, em ambos os lados das três plantas da parcela experimental, em sulcos de 5 a 8 cm de profundidade, imediatamente cobertos com o mesmo solo removido. A dose de ingrediente ativo representou 12 g/cova e, ou, 40 kg/ha da formulação comercial (Baysiston), na proporção de 1,5 + 7,5 % do fungicida + inseticida, respectivamente. O primeiro tratamento recebeu irrigações semanais com 20 l de água por planta da parcela experimental; o segundo tratamento recebeu 10 l de água por planta/semana. A irrigação foi realizada sob a “saia” de cada um dos cafeeiros, com regador de crivos. Para determinar a umidade do



solo, 15 minutos após a irrigação foram retiradas amostras de solo sob a “saia” da planta central da parcela experimental de cada tratamento, a uma profundidade de 10 cm. A umidade do solo para o tratamento com aplicação de 20 l de água por planta foi de cerca de 26,34 % e a do tratamento com aplicação de 10 l de água por planta, 23,54 %. O terceiro tratamento, que também recebeu aplicação de fungicida + inseticida, não recebeu irrigação, porém estava sujeito às condições pluviométricas locais. O quarto tratamento foi a testemunha, sem aplicação de fungicida e sem irrigação. Esses dois últimos tratamentos apresentaram, em média, umidade do solo próxima de 19% no ciclo de 1992/1993 e de 22 % no ciclo de 1993/1994, em razão das constantes chuvas ocorridas durante a execução do experimento. Baseado nos dados da curva de retenção de umidade deste solo, observa-se que a capacidade de campo está em torno de 26,11% de umidade (- 0,3 bar) e os tratamentos com umidade em torno de 19% (- 2 bar) indicam situação de déficit hídrico.

Para reduzir a interferência das chuvas ocorridas durante os dois anos de condução do experimento, nos tratamentos que receberam irrigações semanais o solo foi coberto com plástico transparente até um metro além da projeção da “saia” do cafeeiro. Esse plástico era removido no ato da irrigação e, entre as irrigações, era mantido coberto com solo, com o objetivo de evitar o aquecimento excessivo das raízes. As chuvas foram quantificadas diariamente, nos dois anos do experimento, com o uso de um pluviômetro instalado na área experimental.

Decorridos 15 e 45 dias da data de aplicação da mistura fungicida + inseticida, foram inoculados dois pares de folhas em 1993 e um par em 1994, em quatro ramos plagiotrópicos da porção média da planta central da parcela experimental, nos quatro tratamentos. A inoculação foi realizada após as 17 h de cada data, empregando a metodologia de D’Oliveira (1954-1957). Os ramos que tiveram suas folhas inoculadas foram mantidos em alta umidade e no escuro durante 48 horas. Esse ambiente foi proporcionado pelo uso de dois sacos de papel fosco, tendo entre estes um saco plástico transparente. O conjunto foi umedecido no interior, assim como as folhas inoculadas e não-inoculadas do ramo, e amarrado no extremo proximal do ramo. Essas “câmaras de incubação”,

para serem protegidas do aquecimento solar, foram direcionadas para o interior da folhagem do cafeeiro.

Quarenta dias após as inoculações, realizaram-se as avaliações da doença, determinando o número de lesões com e sem esporos e a área foliar esporulada pela ferrugem, empregando a escala diagramática de Kushalappa & Chaves (1980).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo a parcela experimental constituída por três plantas, considerando útil a planta central. Os tratamentos foram comparados por contrastes ortogonais.

### 3. RESULTADOS

Em 1993 as chuvas atingiram 957 mm e apenas no período de realização do experimento, entre março e maio (Figura 1A), foram registrados 182 mm de chuva. A partir dos valores médios da severidade da doença (Quadro 1) foram constatadas diferenças entre os tratamentos irrigados e não-irrigados na primeira inoculação, em relação à característica área foliar com ferrugem (Quadro 2); os tratamentos irrigados apresentaram maior área foliar com ferrugem. Na segunda inoculação desse mesmo ano, as diferenças foram observadas nas variáveis lesões com esporos e área foliar com ferrugem entre os tratamentos com aplicação do fungicida + inseticida e a testemunha (Quadro 2), e esta última apresentou os maiores níveis de severidade da doença. O valor médio de produção de café beneficiado por planta foi de 1,907 kg e o intervalo de confiança ( $P \leq 0,05$ ), de  $1,878 \leq \mu \leq 1,936$ .

Para 1994, os resultados de severidade de doença obtidos para a primeira inoculação não permitiram detectar diferenças entre os tratamentos (Quadros 3 e 4). Entretanto, para a segunda inoculação, foram observadas diferenças para as variáveis lesões com esporos e área foliar com ferrugem, entre os tratamentos com aplicação do triadimenol + dissulfoton e a testemunha

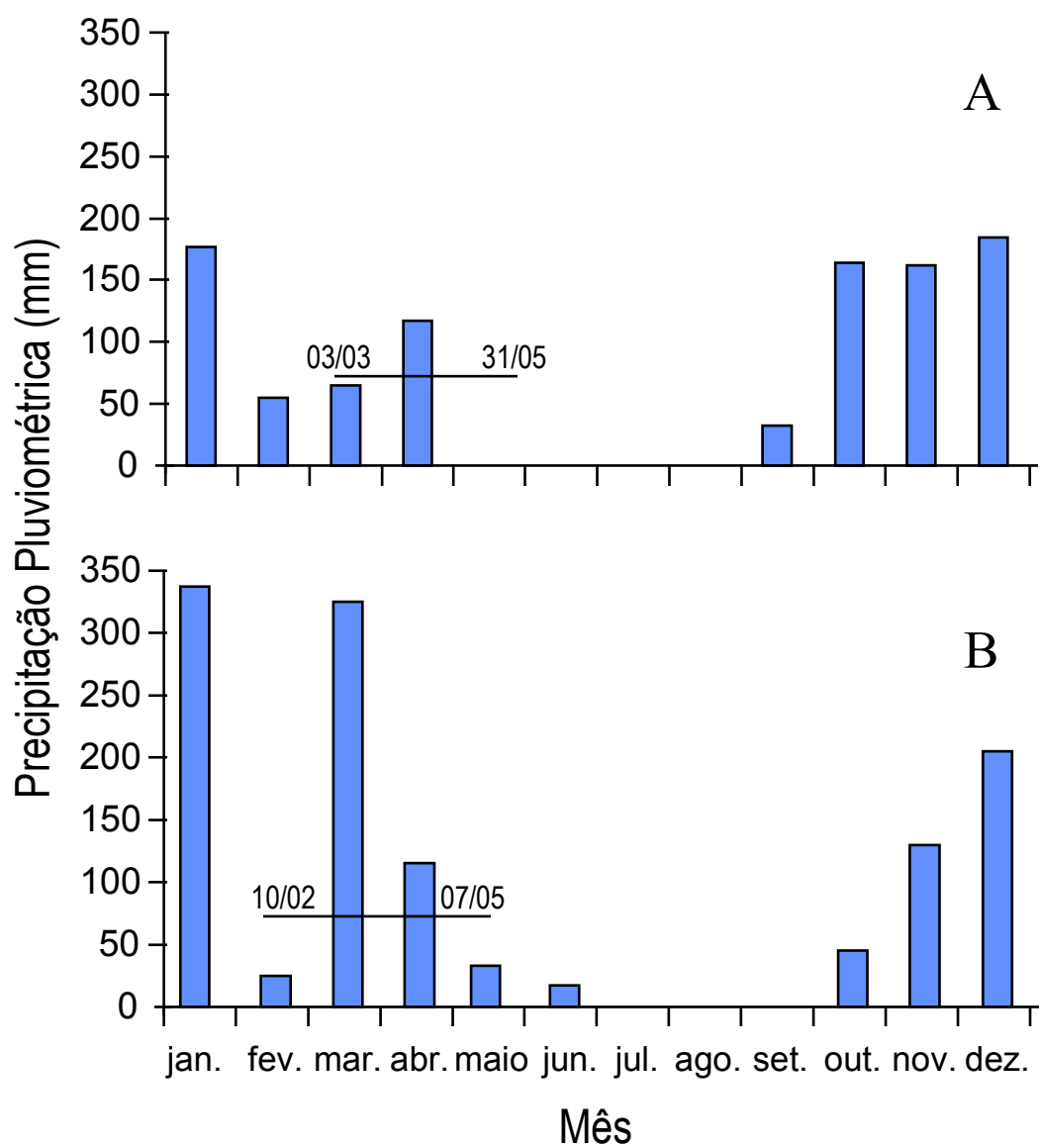


Figura 1 - Distribuição pluviométrica mensal (mm) para a localidade de Viçosa, MG, em 1993 (A) e 1994 (B).

Quadro 1- Número médio de lesões com esporos (LCE), lesões sem esporos (LSE) e percentagem de área foliar com ferrugem (AFCF), determinados nos tratamentos para avaliação do controle da ferrugem do cafeeiro, com aplicação de triadimenol + dissulfoton, em diferentes condições de umidade do solo, em Viçosa, MG, 1993

Tratamentos	Características Avaliadas					
	1ª Inoculação <sup>(1)</sup>			2ª Inoculação <sup>(2)</sup>		
	LCE	LSE	AFCF	LCE	LSE	AFCF
	-----n <sup>o</sup> (6)-----		-%(7)-	-----n <sup>o</sup> (6)-----		-%(7)-
Triad. + Dissul. (Irrigado) <sup>(3)</sup>	18,43	5,90	9,52	6,84	7,30	1,93
Triad. + Dissul. (Irrigado) <sup>(4)</sup>	13,71	6,28	5,59	4,90	13,81	1,35
$\bar{X}$ Irrigados	16,07	6,09	7,55	5,87	10,55	1,64
Triad. + Dissul. (sem irrigação) <sup>(5)</sup>	9,19	4,85	2,45	1,71	5,09	0,46
Testemunha (sem aplicação)	8,14	3,54	2,43	13,99	6,92	3,84

(1) e (2) - Realizadas aos 15 e 45 dias após a aplicação da mistura fungicida + inseticida, respectivamente.

(3) e (4) - Aplicaram-se 20 l e 10 l de água/planta/semana, respectivamente.

(5) - Sujeito às condições climáticas locais.

(6) - Número de lesões com e sem esporos.

(7) - Percentagem de área foliar com ferrugem.

Triad. + Dissul. = triadimenol + dissulfoton a 0,18 + 0,90 g/planta, respectivamente.

Quadro 2- Análise de variância do número de lesões com esporos (LCE), lesões sem esporos (LSE) e porcentagem de área foliar com ferrugem (AFCF), determinados nos tratamentos para avaliação do controle da ferrugem do cafeeiro, com aplicação de triadimenol + dissulfoton, em diferentes condições de umidade do solo, em Viçosa, MG, 1993

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		1ª Inoculação <sup>(1)</sup>			2ª Inoculação <sup>(2)</sup>		
		LCE <sup>(3)</sup>	LSE <sup>(3)</sup>	AFCF <sup>(3)</sup>	LCE <sup>(3)</sup>	LSE <sup>(3)</sup>	AFCF <sup>(3)</sup>
Bloco	4	6,58**	0,74	3,30*	0,50	0,55	0,26
Testemunha vs. Controle	1	1,01	0,69	1,04	11,98*	0,15	3,16*
Irrigados <sup>(4)</sup> vs. Não-irrigado <sup>(5)</sup>	1	3,29	0,48	4,40*	3,69	2,70	1,11
Entre irrigados	1	0,09	0,01	0,21	0,09	3,58	0,04
Resíduo	12	1,27	1,24	0,80	1,36	1,00	0,35
CV (%)		35,58	41,27	47,28	51,38	37,31	49,70

Controle = Tratamentos com aplicação de fungicida + inseticida.

(1) e (2) - Realizadas aos 15 e 45 dias após a aplicação da mistura fungicida + inseticida, respectivamente.

(3) - Dados transformados em raiz quadrada para a análise estatística.

\* e \*\* - Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

(4) - Com 20 l e 10 l de água/planta/semana e aplicação de 0,18 + 0,90g de triadimenol + dissulfoton/ planta.

(5) - Sujeito às condições climáticas locais e com aplicação de 0,18 + 0,90g de triadimenol + dissulfoton/ planta.

Quadro 3 - Número médio de lesões com esporos (LCE), lesões sem esporos (LSE) e área foliar com ferrugem (AFCF), determinados nos tratamentos para avaliação do controle da ferrugem do cafeeiro, com aplicação de triadimenol + dissulfoton, em diferentes condições de umidade do solo, em Viçosa, MG, 1994

Tratamentos	Características Avaliadas					
	1ª Inoculação <sup>(1)</sup>			2ª Inoculação <sup>(2)</sup>		
	LCE	LSE	AFCF	LCE	LSE	AFCF
	---n <sup>o</sup> (6)---		-%(7)-	---n <sup>o</sup> (6)---		-%(7)-
Triad. + Dissul. (Irrigado) <sup>(3)</sup>	5,29	8,62	1,67	6,67	15,90	2,19
Triad. + Dissul. (Irrigado) <sup>(4)</sup>	4,27	8,77	1,33	9,45	10,11	2,97
$\bar{X}$ Irrigados	4,78	8,69	1,50	8,06	13,00	2,58
Triad. + Dissul. (sem irrigação) <sup>(5)</sup>	6,40	6,57	2,09	4,77	14,74	1,97
Testemunha (sem aplicação)	5,81	8,41	2,62	28,65	13,12	8,97

(1) e (2) - Realizadas aos 15 e 45 dias após a aplicação da mistura fungicida + inseticida, respectivamente.

(3) e (4) - Aplicaram-se 20 l e 10 l de água/planta/semana, respectivamente.

(5) - Sujeito às condições climáticas locais.

(6) - Número de lesões com e sem esporos.

(7) - Percentagem de área foliar com ferrugem.

Triad. + Dissul. = triadimenol + dissulfoton a 0,18 + 0,90 g/planta.

Quadro 4 - Análise de variância do número de lesões com esporos (LCE), lesões sem esporos (LSE) e área foliar com ferrugem (AFCF), determinados nos tratamentos para avaliação do controle da ferrugem do cafeeiro, com aplicação de triadimenol + dissulfoton, em diferentes condições de umidade do solo, em Viçosa, MG, 1994

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		1ª Inoculação <sup>(1)</sup>			2ª Inoculação <sup>(2)</sup>		
		LCE <sup>(3)</sup>	LSE <sup>(3)</sup>	AFCF <sup>(3)</sup>	LCE <sup>(3)</sup>	LSE <sup>(3)</sup>	AFCF <sup>(3)</sup>
Bloco	4	0,47	0,457	0,13	0,46	2,37	0,27
Testemunha vs. Controle	1	0,04	0,001	0,55	29,63**	0,11	8,15**
Irrigados <sup>(4)</sup> vs. Não-irrigado <sup>(5)</sup>	1	0,44	0,572	0,24	1,19	0,08	0,10
Entre irrigados	1	0,34	0,001	0,13	0,77	1,35	0,22
Resíduo	12	0,69	0,504	0,19	0,42	2,17	0,28
CV (%)		37,62	25,583	33,45	20,08	43,32	29,12

Controle = Tratamentos com aplicação de fungicida + inseticida.

(1 e 2)) - Realizadas aos 15 e 45 dias após a aplicação da mistura fungicida + inseticida, respectivamente.

(3) - Dados transformados em raiz quadrada para a análise estatística.

\* e \*\* - Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

(4) - Com 20 l e 10 l de água/planta/semana e aplicação de 0,18 + 0,90g de triadimenol + dissulfoton/planta.

(5) - Sujeito às condições climáticas locais e com aplicação de 0,18 + 0,90g de triadimenol + dissulfoton/planta.



(Quadro 4), sendo que esta apresentou os maiores níveis de severidade da doença (Quadro 3). Esses resultados confirmam os obtidos no primeiro ano, durante a segunda inoculação.

O valor médio da produção das plantas dos tratamentos avaliados foi de 1,8 kg de café beneficiado por planta e o intervalo de confiança ( $P \leq 0,05$ ), de  $1,722 \leq \mu \leq 1,878$ . Os dados de precipitação pluviométrica para esse ano (Figura 1B) indicaram um total de 1.232 mm de chuva e, no intervalo compreendido entre fevereiro e maio, quando o experimento foi realizado, registraram-se 465 mm de chuva.

#### 4. DISCUSSÃO

Ao analisar a precipitação pluviométrica dos anos de condução dos experimento, pôde-se constatar que, em 1993, a quantidade de chuva foi 22,35% menor em relação à de 1994. Especificamente no período de execução do experimento, em 1993, registraram-se 182 mm de chuva e, em 1994, 465 mm.

A redução da área foliar com ferrugem do tratamento sem irrigação, na primeira inoculação de 1993, sugere que provavelmente produtos fungitóxicos induzidos na planta, metabólitos ou o próprio ingrediente ativo do fungicida atingiram a parte aérea da planta e causaram a redução da doença. Entretanto, na primeira inoculação realizada em 1994, não ocorreu diminuição da severidade da doença no tratamento que recebeu aplicação de triadimenol + dissulfoton, mas não foi irrigado.

Borchert (1973; 1978) propôs modelo de crescimento rítmico, em que considera a planta como um sistema formado de dois subsistemas, raiz e lançamentos. Esses dois subsistemas em equilíbrio mantêm o crescimento contínuo da planta. Propôs, ainda, que, numa situação de “deficit” de água, a planta teria o seu crescimento vegetativo mais lento até que o equilíbrio funcional fosse estabelecido entre as raízes e os lançamentos. Essa compensação aconteceria no órgão em que ocorreu o desbalanceamento. Para *Coffea arabica*, o crescimento rítmico vegetativo foi assinalado por Barros & Maestri (1974), Mota

(1988) e Amaral (1991), sendo também descrito para *Theobroma cacao* (Alvim et al., 1974) e para *Hevea brasiliensis* e *Mangifera indica* (Borchert, 1978). Dessa forma, as plantas de café que em 1993 não receberam irrigação, tendo sofrido estresse hídrico em razão da baixa pluviosidade, possivelmente, como consequência, tiveram maior desenvolvimento do sistema radicular. O maior volume de raízes resultante da resposta da planta à deficiência hídrica facilitaria a absorção dos produtos (triadimenol + dissulfoton) com maior eficiência e quantidade, os quais atuariam mais rapidamente sobre a doença.

Na segunda inoculação dos dois anos avaliados, os tratamentos em que foi aplicada a mistura fungicida + inseticida independente de irrigação e que apresentaram menor número de lesões com esporos e área foliar com ferrugem, em relação à testemunha, indicaram que, mesmo havendo maior umidade no solo, a absorção do produto só ocorreu após decorrido maior período. A explicação estaria no fato de esses tratamentos não terem sofrido o estresse hídrico. Em 1994, a quantidade de precipitações pluviométricas ocorrida durante a execução do experimento foi 2,6 vezes maior do que a de 1993. As precipitações pluviométricas e, ou, as irrigações sucessivas promoveram a diluição e a lixiviação da mistura nos tratamentos que receberam o produto, inclusive no que ficou sujeito à precipitação natural. Conseqüentemente, o produto foi absorvido lentamente, sendo necessário um período mais longo para ser translocado para a parte aérea da planta e atuar sobre o patógeno.

Observou-se efeito curativo do produto nos tratamentos que receberam a mistura fungicida + inseticida. Nesses, as lesões foram pequenas, de coloração laranja-pálido e com pouca esporulação, particularmente nos ramos da segunda inoculação. As lesões da testemunha apresentaram maior diâmetro, abundante esporulação com esporos de coloração laranja intenso. Os elevados níveis de severidade constatados na testemunha foram obtidos em razão dos altos rendimentos. As plantas dos demais tratamentos também apresentaram alta produtividade, condição essencial para que ocorressem altos níveis de incidência e severidade da doença (Zambolim et al., 1992; Silva-Acuña, 1994).

A coincidência dos resultados obtidos na segunda inoculação dos dois anos estudados reforça a proposta de que, após um período maior que 55 dias da aplicação do produto no solo, este poderia ter sido efetivamente translocado para a parte aérea da planta, observando a diminuição significativa do número e da área das lesões esporuladas, o que está de acordo com os resultados obtidos por Zambolim et al. (1987) e Silva-Acuña et al. (1993ab).

Nas condições em que o experimento foi conduzido, a umidade do solo do tratamento sem irrigação no ano de menor pluviosidade não foi condição limitante à eficiência do produto; o seu efeito foi mais rápido sobre as lesões causadas por *H. vastatrix*. Provavelmente, esses resultados tenham ocorrido em função do maior desenvolvimento das raízes em razão do estresse hídrico sofrido pela planta.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de determinar a efetividade de triadimenol + dissulfoton e seu efeito sobre as lesões da ferrugem do cafeeiro causada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., em diferentes condições de umidade do solo, foi realizado um experimento durante os ciclos de 1992/1993 e 1993/1994, na localidade de Viçosa, Minas Gerais. Os tratamentos consistiram na aplicação de 0,18 + 0,90 g/planta de triadimenol + dissulfoton. O primeiro tratamento foi irrigado com 20 l de água por planta, por semana, da parcela experimental; o segundo, com 10 l semanais; o terceiro não foi irrigado e ficou sujeito às condições climáticas locais; e o quarto foi a testemunha sem aplicação do fungicida + inseticida e sem irrigação. Aos 15 e 45 dias após a aplicação do produto no solo, foram inoculados dois pares de folhas em quatro ramos plagiotrópicos, localizados no terço médio da planta, no ciclo de 1992/1993, e um par no ciclo de 1993/1994. Decorridos 40 dias da inoculação, realizaram-se as avaliações, determinando a severidade da doença.

Os resultados obtidos no primeiro ciclo, para a primeira inoculação, mostraram diferenças na área foliar com ferrugem, entre os tratamentos com e sem irrigação, havendo maior área com esporulação nos tratamentos irrigados. Na segunda inoculação, as diferenças foram observadas entre os tratamentos com controle e a testemunha. Nos tratamentos com controle houve menor número de

lesões com esporos e menor área foliar esporulada. Na primeira inoculação do segundo ciclo, não se observaram diferenças entre os tratamentos, entretanto os resultados obtidos para a segunda inoculação foram idênticos aos do ciclo anterior. A coincidência dos resultados obtidos nos dois ciclos estudados para a segunda inoculação consolida a proposta de que, após um período maior que 55 dias da aplicação do produto no solo, ele poderia ter sido efetivamente translocado para a parte aérea da planta, observando a diminuição significativa da severidade da doença.

Nas condições em que o experimento foi conduzido, a umidade do solo do tratamento sem irrigação, no ciclo de menor intensidade de chuvas, não foi condição limitante à eficiência do produto; ao contrário, foi mais rápido o seu efeito sobre as lesões causadas pelo fungo ao se empregar a dose recomendada comercialmente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J.A.T. Crescimento vegetativo estacional do cafeeiro e suas inter-relações com fontes de nitrogênio, fotoperíodo, fotossíntese e assimilação do nitrogênio. UFV, Viçosa, MG, 1991. 139 p. (Tese D.S.).
- ALVIM, R.; ALVIM, P. de T.; LORENZI, R.; SAUNDERS, P.F. The possible role of abscisic acid and cytokinin in growth rhythms of *Theobroma cacao* L. *Physiological Plant*(supl.) p. 69. 1974.
- BARROS, R.S.& MAESTRI, M. Influência dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café (*Coffea arabica* L.). *Revista Ceres* 21:268-279, 1974.
- BORCHERT, R. Simulation of rhythmic tree growth under constant conditions. *Physiological Plant* 29:173-180. 1973.
- BORCHERT, R. Feedback control and age related changes of shoot growth in seasonal and nonseasonal climates. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H. eds. *Tropical trees as living system*. New York, Cambridge University Press, 1978. p. 497-515.
- BORGES, R.C. & MATIELLO, J.B. Efeito da aplicação do fungicida triadimenol (Bayfidan) via solo no controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1987. p. 25-26.
- D'OLIVEIRA, B. As ferrugens do cafeeiro. *Revista do Café Português* 1:5-13; 2:5-12; 2:5-13; 2:9-17; 2:5-22; 4:5-15. 1954-1957.

- JARAMILLO, T. Esquemas, métodos de aplicação e translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Viçosa, MG, U.F.V., 1988. 69 p. (Tese M.S.).
- KUSHALAPPA, A.C. & CHAVES, G.M. An analysis of the development of coffee rust in the field. *Fitopatol. bras.* 5:95-183, 1980.
- MOTA, J.W.S. Fatores associados à queda sazonal do crescimento do cafeeiro arábico em Viçosa - MG. UFV, Viçosa, MG, 1988. 68p. (Tese M.S.).
- MANSK, Z. & MATIELLO, J.B. Estudo do fungicida sistêmico Bayfidan quando aplicado no solo e no tronco do cafeeiro e em pulverização visando ao controle da ferrugem (*H. vastatrix* Berk. & Br.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1987. p. 27-28.
- MATIELLI, A.; PARANAIBA, J.A.; LESSI, R.; GONÇALVES, L.N. Eficiência do Bayfidan 6 GR em diferentes doses no controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19, Três Pontas, 1993. Resumos ... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1993. p. 58-59.
- SILVA-ACUÑA, R.; GONZALEZ MOLINA, E. del C.; ZAMBOLIM, L. Controle da ferrugem do cafeeiro com triadimenol via solo, na Venezuela. *Fitopatol. bras.* 18:70-75, 1993a.
- SILVA-ACUÑA, R.; GONZALEZ MOLINA, E. del C.; ZAMBOLIM, L. Controle da ferrugem em cafeeiros sombreados com formulações de triadimenol combinadas com oxiclóreto de cobre na Venezuela. *Summa Phytopathologica* 19:189-194. 1993b.
- SILVA-ACUÑA, R. Intensidad de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) en cafetos con diferentes niveles de producción controlada en Venezuela. *Cafe Cacao The* 38:19-24, 1994.
- SILVA, O.A. & SILVEIRA, C.A. Avaliação da eficiência de diferentes fungicidas sistêmicos granulados aplicados via solo no controle da ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 20, Guarapari, 1994. Resumos... Rio de Janeiro, MAARA/PROCAFE, 1994. p. 36-37.
- SOUSA, J.C. & REIS, P.R. Bicho mineiro: biologia, danos e manejo integrado. Belo Horizonte. EPAMIG, 1992. 28 p. (Boletim Técnico, 37).



ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MACABEU, A.J. Nova opção de controle da ferrugem do cafeeiro pela aplicação do triadimenol via solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. Resumos ... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1987. p. 36-38.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G.M.; CAIXETA, G.Z.T.; MACABEU, A.J. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) e custos das opções propostas. Brasília, ABEAS, 1990. 40 p.

ZAMBOLIM, L.; SILVA-ACUÑA, R.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). Fitopatol. bras. 17:32-35, 1992.