

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

IZABELA TEIXEIRA

**INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA FERRUGEM (*Hemilea vastatrix*) EM
LAVOURA CAFEIEIRA IRRIGADA E NÃO IRRIGADA NA
PRIMAVERA/2007 E VERÃO/2008**

**Uberlândia – MG
Junho – 2008**

IZABELA TEIXEIRA

**INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA FERRUGEM (*Hemilea vastatrix*) EM
LAVOURA CAFEIEIRA IRRIGADA E NÃO IRRIGADA NA
PRIMAVERA/2007 E VERÃO/2008**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Jonas Jäger Fernandes

**Uberlândia – MG
Junho – 2008**

IZABELA TEIXEIRA

**INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA FERRUGEM (*Hemilea vastatrix*) EM
LAVOURA CAFEIEIRA IRRIGADA E NÃO IRRIGADA NA
PRIMAVERA/2007 E VERÃO/2008**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada pela Banca Examinadora em 18 de junho de 2008

Prof. Dr. Benjamim de Melo
Membro da Banca

M.Sc. Juliana Araújo Santos Martins
Membro da Banca

Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, pela saúde, pela força que tive pra chegar ate aqui, pela família e pelos amigos que tenho hoje.

Ao meu tio Eduardo, que é minha família, pelo apoio incondicional, pela paciência, amor e carinho.

Aos meus irmãos Bruno e Diogo pela confiança e amizade.

A minha prima Lilian, pelo companheirismo, apoio e amizade.

A minha sogra Dalel, uma pessoa especial, que me deu a oportunidade de terminar esse trabalho, pela compreensão e paciência.

Ao meu namorado Leandro, pela força, paciência, amor, carinho, amizade, principalmente nas horas mais difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes, uma pessoa que sempre tenho a agradecer, pela amizade, confiança, presteza e boa vontade em orientar e ensinar.

Aos meus amigos que me acompanharam no experimento por todo tempo de avaliação, Milene e Valdez.

A todos da 36ª turma de Agronomia, os quais estiveram comigo durante essa vida acadêmica.

RESUMO

Para avaliar a incidência e severidade da ferrugem (*Hemilea vastatrix* Berk. e Br.) em cafeeiro na Fazenda do Glória, no município de Uberlândia-MG realizou-se o levantamento da no período de outubro/2007 a julho/2008. O solo da área do cafezal é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico. O plantio foi realizado em novembro de 2000, no espaçamento de 0,7 m entre plantas na linha. As linhagens avaliadas foram Topázio/1190; Rubi/1192 e Catuaí Vermelho/99; sendo estas linhagens sob irrigação. Na área não irrigada a linhagem avaliada foi a Topázio/1190. O sistema de irrigação da área do levantamento era o de gotejamento, com gotejadores autocompensantes, espaçados 0,75m e com vazão de 2,3 Lh⁻¹. As irrigações foram realizadas de segunda a sexta-feira, aplicando-se 120% da evaporação da água do Tanque “Classe A” do(s) dia(s) anterior(es). O sistema de irrigação também foi utilizado para aplicações de fungicidas e inseticidas no decorrer do ciclo da cultura, de acordo com a necessidade. Os controles de pragas e outras doenças foram realizados conforme recomendações para a cultura. A área experimental foi mantida livre de plantas infestantes por meio da aplicação de herbicidas. Para manejo da ferrugem do cafeeiro, em novembro/2006 e novembro/2007, fez-se uma aplicação do produto de Thiamethoxam + Ciproconazole (Verdadero 600 WG), na dose de 1Kg/ha. A amostragem foi realizada ao acaso, na terceira semana de cada mês, em área homogênea da lavoura, dividindo-se o talhão de cada linhagem em nove sub-áreas, para se analisar a ocorrência temporal e espacial da ferrugem e determinação da curva de progresso da doença. Em cada sub-área fez-se a coletada ao acaso de uma folha por planta, no terceiro ou quarto par de folhas de uma ramo localizado no terço médio do cafeeiro, em dez plantas consecutivas. Os dados climáticos foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Experimental do Glória. A análise temperatura do ar e da precipitação demonstra um ano atípico, com temperaturas elevadas e menor volume de chuvas, comparada às médias da região. Durante todo o período do levantamento não houve incidência de ferrugem, nas cultivares de cafeeiros Topázio, Rubi e Catuaí Vermelho/IAC-99, cultivado sob o sistema de irrigação, na safra de 2007/2008 e nem na Catuaí Vermelho/IAC-99 sem irrigação. Sendo assim, o controle químico com Thiamethoxam + Ciproconazole, associado ao sistema de irrigação localizada, ao plantio não adensado, às condições climáticas atípicas e o manejo da cultura na safra 2007/2008 foi eficiente no controle da ferrugem.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Cafeeiro: aspectos botânicos, origem e histórico.....	9
2.2 Ferrugem do cafeeiro.....	10
2.2.1 Origem.....	10
2.2.2 Sintomatologia.....	11
2.2.3 Biologia.....	12
2.2.4 Condições favoráveis à ferrugem.....	13
2.2.4.1 Fatores climáticos.....	13
2.2.4.2 Efeito da produção do cafeeiro na ocorrência da ferrugem.....	14
2.2.5 Ferrugem em cafeeiro irrigado.....	15
2.2.6 Controle da ferrugem do cafeeiro.....	17
2.2.6.1 Fungicidas para controle da ferrugem.....	17
2.2.6.2 Resistência à ferrugem	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Área de levantamento da ferrugem.....	23
3.2 Manejo da Irrigação.....	23
3.3 Manejo de pragas e doenças.....	26
3.4 Coleta de dados climatológicos.....	26
3.5 Avaliação da Incidência e Severidade de Ferrugem.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Análise dos períodos com condição favorável para a ocorrência da ferrugem	29
4.2 Avaliação da incidência e severidade da ferrugem.....	31
5 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica* L.) é a principal “commodity” de exportação do Brasil (AGRIANUAL, 2001), sendo a região cafeeira do Estado de Minas Gerais, com maior expansão nos últimos dez anos, aquela que comercializa sua produção sob a marca "Café do Cerrado", compreendendo o Triângulo Mineiro e o Alto Paranaíba. Nessas áreas destacam-se as modificações tecnológicas na condução da cultura entre as quais o uso da irrigação, com bons resultados e cafeicultura de alta produtividade.

Manejos inadequados dos cultivos, associados às condições ambientais favoráveis, contribuem para a ocorrência de doenças, entre as quais destaca-se a ferrugem causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* (KUSHALAPPA; ESKES, 1989; ZAMBOLIM, 1999), ocasionando desfolhas acentuadas e perdas da produtividade e qualidade dos grãos (GODOY et al., 1997). As perdas devido a essa doença podem chegar a 30% da produção se nenhuma medida de controle for tomada, causando prejuízos em torno de US\$ 1 a 2 bilhões anualmente (KUSHALAPPA, ESKES, 1989; ZAMBOLIM et al., 1997). Nas lavouras em fase de formação, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. e Br.) não provoca perdas. O aumento na intensidade dessa doença ocorre após as primeiras produções do cafeeiro (CHALFOUN; CARVALHO 1999).

Nos últimos anos, as constantes modificações que vêm ocorrendo no clima têm ocasionado alterações na severidade das doenças, bem como mudanças no início e no pico destas. A ferrugem do cafeeiro atinge a intensidade máxima de acordo com vários fatores: altitude, temperatura, chuva, carga pendente, espaçamento, molhamento foliar, umidade relativa e estado nutricional das plantas. Em razão desses fatores, o pico da doença vem se deslocando de acordo com as regiões onde o cafeeiro é cultivado (CHALFOUN, 1997).

A utilização de variedades resistentes à ferrugem constitui-se a alternativa adequada e eficiente para diminuir os prejuízos dessa doença. Procuram-se desenvolver cultivares resistente ao patógeno, objetivando com esta medida, reduzir o número de pulverizações com fungicidas e substituir, de maneira vantajosa, os cultivares tradicionais altamente suscetíveis (BETTENCOURT, 1981). Esforços tiveram início quando as plantações de *Coffea arabica* passaram a ser devastadas na Ásia e Oceania e somente assumiram especial importância e alta prioridade nos programas de pesquisas no Brasil a partir da entrada do patógeno, em 1970 (ESKES; COSTA, 1983).

O presente trabalho, teve como objetivo, avaliar a incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro em cultivares de *Coffea arabica* em manejo irrigado e não irrigado, na safra 2007/2008 na região do cerrado de Minas Gerais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cafeeiro: aspectos botânicos, origem e histórico

O gênero *Coffea*, família Rubiaceae, reúne mais de 70 espécies, originárias de diversas regiões tropicais e subtropicais da África, de Madagascar e de ilhas vizinhas (RENA; MAESTRI, 1994).

Segundo Sondahl e Lauritis (1992), Chevalier (1947) dividiu o gênero *Coffea* em quatro seções: *Eucoffea*, *Mascarocoffea*, *Paracoffea* e *Argocoffea*. A seção *Eucoffea* compreende cinco subseções, entre as quais a *Erithrocoffea*, na qual se enquadram as espécies *C. arabica* e *C. canephora*, que possuem expressão comercial.

Leroy (1980), citado por Carvalho et al. (1969), propôs excluir do gênero *Coffea* as seções *Paracoffea* e *Argocoffea*, que passariam a constituir novos gêneros. Propôs ainda, com base em uma série de critérios, a subdivisão do gênero *Coffea* em três subgêneros: *Coffea*, *Psilanthopsis* e *Baracoffea*. As observações de muitos coletores de germoplasma incluem descrições precisas dos habitats naturais, que são bastante distintos entre as diferentes espécies, notadamente no que diz respeito à altitude, regime pluviométrico e tipos de solos (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

O cultivo comercial de café iniciou-se no Yemen com a espécie *Coffea arabica*. Teve um rápido desenvolvimento, especialmente após sua introdução na América, por volta de 1720. Entre 1870 e 1900 foi constatada grande incidência de ferrugem, causada por *Hemileia vastatrix*, nas regiões sul e leste da Ásia, constituindo-se, provavelmente, no principal motivo de estímulo para a utilização da espécie *Coffea canephora*, já que esta apresentava resistência à doença (CHARRIER; BERTHAUD, 1988; VOSSEN, 1985).

A espécie *Coffea canephora* possui ampla distribuição geográfica (CARVALHO et al., 1969). É originária de florestas tropicais úmidas, de baixas altitudes, que se estendem desde a costa oeste até a região central do continente africano, especialmente República da Guiné, Uganda e Angola. Os primeiros cultivos e trabalhos de pesquisa com *C. canephora* foram realizados em Java, por volta de 1900, buscando estabelecer as bases biológicas fundamentais ao melhoramento da espécie. (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

Trata-se de uma espécie rústica, tolerante a doenças e adaptada a uma ampla faixa de condições edafoclimáticas tropicais, de baixas altitudes e temperaturas elevadas. É uma espécie diplóide, com $2n = 22$ cromossomos, constituída de populações expressando grande variabilidade, com indivíduos altamente heterozigotos (CONAGIN; MENDES, 1961;

BERTHAUD, 1980). Tanto a espécie *C. canephora* quanto as demais espécies diplóides estudadas do gênero *Coffea*, ao contrário de *C. arabica*, apresentam auto-incompatibilidade gametofítica, sendo, portanto, de fecundação cruzada (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980; LASHERMES et al., 1996).

Em razão da sua forma natural de reprodução e conseqüente heterogeneidade das populações, é bastante difícil a caracterização de variedades dentro da espécie. Têm-se agrupado os diferentes acessos do germoplasma desta espécie de acordo com certas características agronômicas e morfológicas (CARVALHO et al., 1969).

2.2 Ferrugem do Cafeeiro

2.2.1 Origem

A ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemilea vastatrix* Berk. e Br., ocupa uma posição de destaque na História da Fitopatologia (LARGE, 1940). Em 1868 foi descoberta no Ceilão, em 1869 em Sumatra, nas ilhas Fidji em 1878, em Java 1879, nas Ilhas Maurício em 1882, no Vietnã em 1888, Filipinas e Bornéu em 1890, Tanzânia em 1894 e em Nova Caledônia, 1910. Por volta de 1913 chegou ao Quênia, e mais tarde na Etiópia. Na Costa Ocidental da África foi encontrada, na década de 30, na Costa do Marfim, Angola e Nigéria. No Brasil foi encontrada em Itabuna - BA, em 1970, provavelmente vinda da África através de correntes aéreas. No ano seguinte já era constatada em todos os estados cafeicultores do Brasil e, mais tarde no Paraguai.

A doença estabeleceu-se na América do Sul em 1970, mas não tem sido destrutiva como no Ceilão. Contudo, perdas de mais de 30% no Brasil e de 15 a 25% na Colômbia têm sido estimadas (CARVALHO et al., 1989; MÔNACO; PINTO, 1977). Após a sua constatação em janeiro de 1970 na Bahia, a mesma disseminou-se por toda região cafeeira e, em seguida, por todos os países produtores de café das Américas do Sul, Central e do Norte (KUSHALAPPA; ESKES, 1989).

2.2.2 Sintomatologia

Os sintomas da ferrugem podem ser observados na face inferior das folhas, onde aparecem manchas de coloração amarelo-pálida, pequenas, de 1 a 3 mm de diâmetro, que evoluem, atingindo até 2 cm de diâmetro, quando então apresentam aspecto pulverulento com

produção de uredosporos de coloração amarelo-alaranjada. Na face superior das folhas, observam-se manchas cloróticas amareladas correspondendo aos limites da pústula na face inferior, que posteriormente necrosam, como pode-se observar na Figura 1. A queda precoce de folhas e seca de ramos são danos causados pela ferrugem, reduzindo conseqüentemente a produção. A seca progressiva dos ramos reduz a vida útil da lavoura, tornando-a antieconômica (ZAMBOLIM et al., 1997).



Figura 1. Sinal e sintomas de ferrugem em folhas de 'Catuaí vermelho', suscetível ao fungo *Hemileia vastatrix*. (Fonte: ZAMBOLIM, 2005.)

Muitos países estão envolvidos na produção, comercialização e consumo de café. O produto é muito apreciado devido às características organolépticas e efeito estimulante. No mercado internacional movimentada, anualmente, bilhões de dólares, sendo que para o Brasil, maior produtor e exportador mundial, o cultivo de café tem importante papel econômico e social.

Um dos grandes obstáculos à exploração da cafeicultura é a suscetibilidade das plantas à ferrugem. No Brasil, estima-se 30% de perdas na produção quando as condições tornam-se favoráveis às doenças. Sob condições de estiagem prolongada, nos períodos de maior severidade, as perdas podem chegar a mais de 50% (ZAMBOLIM et al., 1997). Pesquisas na área do melhoramento genético do cafeeiro realizadas no Brasil, objetivaram cultivares com alto potencial produtivo, porém muitas vezes sensíveis a estresses bióticos e abióticos.

2.2.3 Biologia

Segundo Bergamin Filho et al. (1995), *Hemileia vastatrix* é um fungo denominado de parasita obrigatório, isto quer dizer que sua sobrevivência se dá somente em tecidos vivos, não havendo vida saprofítica de solo. Produz dois tipos de esporos chamados de uredosporos e teliosporos. A principal via de disseminação, principalmente de área para outra é o vento; de

planta para planta, a água é o agente mais eficiente. Uma gota caindo numa lesão, libera imediatamente os uredósporos que podem se elevar até 30 cm da lesão.

A germinação do uredósporo desenvolve-se tanto em ar úmido quanto em água, sendo a presença de água na forma líquida, uma condição muito favorável ao processo. A temperatura de 24°C é ótima para esta fase. A germinação e penetração devem se processar imediatamente após a inoculação, porque, uma vez molhado, o esporo perde sua viabilidade se for novamente seco. Há produção de um ou mais pró-micélios, através de poros situados geralmente na extremidade do uredósporo. O pró-micélio é incapaz de penetrar diretamente pela cutícula; desenvolve-se sobre a folha, ramificando-se até encontrar um estômato, por onde penetra para a câmara subestomática, através da formação de um órgão especial chamado apressório. Os sintomas aparecem de 7 a 15 dias após a penetração, surgindo na página inferior da folha uma semana mais tarde (RENA; MAESTRI, 1986).

A duração do ciclo de *Hemileia vastatrix* é muito importante. Locais onde as condições predisponentes são desfavoráveis à doença, o ciclo é longo, superior a 30 dias. A doença é mais severa em altitudes médias de 400-600m, onde o ciclo da doença se reduz para 20 ou menos dias. Temperaturas baixas inibem o desenvolvimento do patógeno, prolongando o tempo de germinação dos uredosporos, formação dos apressórios, penetração e colonização do hospedeiro. Dessa forma o ciclo da ferrugem tem a sua duração aumentada, o que é de importância muito grande, visto que quando o ciclo é longo as epidemias não ocorrem por haverem poucos ciclos no ano, mantendo sempre baixo o potencial de inóculo. Como regra pode-se dizer que as lesões são formadas entre temperaturas de 18,5° a 26,5°C, com boas condições entre 21° e 25°C. A otimização da doença ocorre quando a temperatura atua com o fator umidade (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

A germinação dos esporos ocorre melhor à temperatura na faixa 21° a 23°, devendo haver presença de água no estado líquido e ausência de luz. Devido a isto, o sistema adensado apresenta condições mais favoráveis à ferrugem em relação ao plantio tradicional. Devido ao clima, também há grande diferença de suscetibilidade conforme a região cafeeira (MATIELLO, 1995).

Durante o ciclo produtivo anual do café, há períodos mais ou menos favoráveis à ferrugem. No inverno e primavera, devido às condições climáticas e a menor suscetibilidade das folhas à penetração do fungo, a doença se mantém sobre controle. A partir de dezembro este quadro se inverte e a ferrugem inicia a infestação nas folhas novas. Em janeiro a infecção evolui geometricamente atingindo a infestação máxima no outono (se não for feito o controle). Este quadro pode variar de acordo com o ano e a região cafeeira. A maior presença

de inóculo da safra anterior poderá aumentar a infestação no ciclo produtivo seguinte (MATIELLO, 1995).

2.2.4 Condições favoráveis à ferrugem

2.2.4.1 Fatores climáticos

Com relação aos fatores do ambiente, foi verificado por Nutman e Roberts (1970) que a temperatura ótima para germinação dos uredosporos é 22°C, sendo os limites extremos de 15,5°C e 28,5°C, nas quais a germinação foi nula.

A chuva é um fator limitante na germinação dos uredosporos, influencia em sua dispersão e, indiretamente, em outros fatores ambientais (SOUZA, 1980). Com relação à umidade, sabe-se que a presença de água líquida na forma de molhamento foliar é um fator indispensável para a germinação dos uredosporos (WARD, 1882). Por outro lado, a importância das chuvas na disseminação dos uredosporos e aumento da doença no campo, é proporcionar água em estado líquido para a germinação.

Tem-se observado que chuvas fortes e prolongadas eliminam parte do inóculo (BECKER-RATERINK, 1979) e parecem ter efeito negativo sobre a doença. Além do mais, as precipitações irregulares e não separadas por uma estação seca dificultam o prognóstico do progresso da epidemia.

Camargo (1978) afirma que com a introdução da ferrugem no Brasil, pode-se, a partir de 1970, fazer observação em condição de clima subtropical, com estação bem definida: uma de verão quente e úmido e outra de inverno frio e geralmente seco. Observou, ainda, que, em áreas cafeeiras com temperaturas mais amenas, temperaturas baixas limitam o desenvolvimento do fungo no inverno, ao passo que, em áreas mais quentes do mesmo estado, a manifestação da doença parece ficar bloqueada por causa do efeito de temperaturas elevadas.

Por outro lado, Souza (1980), estudando o progresso da ferrugem em relação às variáveis climáticas, chuva e temperatura, em algumas localidades do Estado de Minas Gerais verificou que a partir do mês de maio, de uma maneira geral, os índices de ferrugem começavam a decair, fato atribuído em parte à ocorrência de condições de baixas temperaturas e ausência de chuvas.

Chalfoun e Lima (1986) afirmam que sob condições de inverno atípico (temperaturas mais elevadas e ocorrência de chuvas) ocorre uma mudança na forma da curva de progresso

da ferrugem, resultando na maior intensidade da doença nesse período, que mesmo discretas, contribuem para a elevação do inóculo para a estação seguinte. Essas observações foram confirmadas por Talamini (1999), que determinando a curva de progresso da ferrugem em tratamentos irrigados, fertirrigados e testemunha, constatou diferenças nos resultados obtidos em relação à curva considerada padrão para o progresso da doença em Minas Gerais, segundo na qual a doença iniciava-se em janeiro, sofria um aumento logarítmico na incidência, nos meses de março a abril, e tendo um ponto máximo por volta do mês de junho; essas diferenças são atribuídas a variações climáticas ocorridas.

Dessa forma, para a previsão da época de controle da ferrugem, não se pode considerar as condições do ambiente e a das plantas de uma maneira fixa e estabelecida, mas, sempre que necessário, é preciso adaptar as recomendações de acordo com as alterações no clima.

Na década de 80, foi proposto por Kushalappa et al.(1983) um modelo de previsão da ferrugem do cafeeiro baseado na razão da sobrevivência líquida para o processo monocíclico adotando variáveis importantes dos três vértices do triângulo da doença: o patógeno, o ambiente e o hospedeiro, para explicar a evolução da doença.

Fazendo-se o monitoramento das variáveis meteorológicas é possível identificar períodos de condições favoráveis às doenças, permitindo o estabelecimento dos momentos mais apropriados a aplicações de fungicidas. Desta maneira, pode-se obter informações sobre quando as pulverizações devem ser iniciadas e o intervalo que elas devem ser feitas ou, ainda, se devem ser feitas com a mesma frequência em todas as épocas do ano (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

2.2.4.2 Efeito da produção do cafeeiro na ocorrência da ferrugem

A frutificação do cafeeiro é um fator que determina o progresso da ferrugem no campo (ESKES; SOUZA, 1981; MANSK; MATIELLO, 1984; ACUÑA; ZAMBOLIM, 1985). Nos anos de maior frutificação e pouco enfolhamento, a doença evolui rapidamente, atingindo níveis de incidência acima de 50% (MANSK; MATIELLO, 1984; ZAMBOLIM et al., 1992). Mesmo com aplicações de fungicidas para controlar a doença, há reflexos negativos na produção do ano seguinte.

Ortolani (1973) verificou correlação positiva entre a produção e a incidência de ferrugem, sendo que esta incidência foi maior nos anos de grandes produções das plantas. De acordo com o autor, provavelmente ocorreu alteração do grau de resistência da planta em função de um desequilíbrio nutricional.

A incidência da ferrugem na cultivar Novo Mundo pode ser reduzida em até 50% quando são removidos os frutos das plantas (MARIOTTO et al., 1974). O aumento da susceptibilidade de plantas com frutos em desenvolvimento tem sido evidenciado pela observação do desenvolvimento natural de doença em ramos com e sem frutos, crescendo lado a lado na mesma planta. A remoção de frutos logo no início da produção diminui a intensidade da doença na cultivar Catuaí em 50% (ESKES; CARVALHO, 1983).

O aumento de susceptibilidade devido à produção também foi demonstrado em testes de laboratório, nos quais o período latente curto e alta densidade de lesões foram observados em discos foliares de ramos produtivos comparado a discos foliares de ramos não produtivos (ACUÑA;1996).

2.2.5 Ferrugem em cafeeiro irrigado

Com mudanças do local de plantio das áreas tradicionais para as áreas a exemplo do cerrado, algumas alterações na curva de progresso da ferrugem do cafeeiro foram observadas. Os principais fatores, em sua maioria, são modificações microclimáticas da lavoura, desequilíbrio e ou deficiências nutricionais e déficit hídrico das plantas (JULIATTI; SILVA, 2001).

Devido à ocorrência de adversidades climáticas, a expansão do cultivo do café para novas fronteiras e aos significativos incrementos de produtividade, os produtores adotam, cada vez mais, nas várias regiões do país, a cafeicultura irrigada. A irrigação é uma prática que, além de aumentar a produtividade da lavoura, pode proporcionar um produto de melhor qualidade (MANTOVANI et al., 2000). Mas, segundo Juliatti e Silva (2001), esta é uma ferramenta que deve ser trabalhada com muito cuidado, a fim de evitar outros fatores que possam levar à perda de produtividade, como a elevação da incidência e severidade da ferrugem, pela alteração microclimática e do estado nutricional da planta.

Poucos são os trabalhos sobre o progresso de doenças na parte aérea do cafeeiro em função de diferentes lâminas e sistemas de irrigação. No entanto, algumas pesquisas relatam a influência de lâminas de irrigação sobre a incidência da ferrugem (JULIATTI et al., 2000). No Triângulo Mineiro a intensidade da ferrugem foi maior em lavouras irrigadas por aspersão, tipo pivô central, e mangueira plástica perfurada, em comparação ao sistema de gotejamento ou ao tratamento sem irrigação. Devido ao molhamento foliar, ocorreu a formação de microclima favorável ao progresso da ferrugem, que apresentou comportamento cíclico, com reinoculação frequente do patógeno. Dessa forma, o sistema de irrigação utilizado também

pode interferir no progresso da doença (CARVALHO, 1998; JULIATTI et al., 2000; PEIXOTO JÚNIOR, 2002).

Assim, a utilização e o manejo da irrigação devem ser adequados para cada condição de ambiente e para as características do patógeno, a fim de minimizar os efeitos negativos da doença em campo. Com o manejo do tempo aumentando-se o intervalo entre irrigações e fazendo-se a irrigação durante a noite, quando, geralmente, o orvalho já é depositado, o período de molhamento foliar seria retardado (VALE et al., 2004).

Gomes et al. (2002) avaliaram, em Lavras-MG, o efeito da lâmina de irrigação (evaporação da água do tanque classe “A” – ECA), via pivô central, na incidência da ferrugem do cafeeiro. Os autores observaram menor incidência da ferrugem em lâminas acima de 100% ECA, devido, provavelmente, à lavagem dos esporos nas folhas infectadas, diminuindo a incidência da ferrugem. Entretanto, lâminas abaixo de 100% ECA funcionaram como agentes disseminadores dos uredosporos do fungo, dentro da própria planta, proporcionando maior progresso da doença. Diferente do sistema de irrigação por aspersão, tipo pivô central, o sistema por gotejamento não proporciona maior número de horas de molhamento foliar nas plantas, deixando de disseminar o patógeno na lavoura, desfavorecendo um ambiente propício ao progresso da ferrugem.

O período de maior incidência da doença, geralmente ocorre nos meses de dezembro a janeiro e, de março a abril, atingindo pico em junho (KUSHALAPPA; CHAVES, 1980). Entretanto, em anos agrícolas de carga alta, ocorre elevada incidência, enquanto, no ano agrícola seguinte, como a produção será baixa devido à bienalidade da cultura, ocorre menor intensidade da doença (ZAMBOLIM et al., 2005).

Em Araguari, no Triângulo Mineiro, Juliatti et al. (2000) verificaram maior incidência da ferrugem nos meses de julho a agosto, em lavoura conduzida por diferentes sistemas de irrigação e lâminas de água. Resultado semelhante foi observado em Lavras, Sul de Minas Gerais, em parcelas irrigadas por gotejamento com maior carga pendente (MIRANDA et al., 2005). Entretanto, Boldini (2001) e Santos et al. (2002), em mesma área experimental, Lavras, Sul de Minas Gerais, observaram maior intensidade da ferrugem ocorrendo em junho e julho. Já Talamini (1999), também em Lavras, Minas Gerais, observou maior taxa de progresso da doença a partir de junho e ponto de máxima entre os meses de julho a outubro, podendo este fato estar relacionado às variações climáticas ocorridas no ano. Nunes (2007) estudou a incidência da ferrugem em cafeeiro irrigado por gotejamento, no Cerrado Mineiro, durante a safra 2004/2005 e verificaram maior pico da incidência da doença no mês de julho. Sendo assim, observa-se que o período de maior incidência da doença em campo é variável.

Os sistemas de irrigação que aplicam água de forma localizada se caracterizam pela economia de água, pela pequena utilização de mão-de-obra, pelo grande potencial de automatização, pela manutenção de elevados níveis de água no solo para melhorar o desenvolvimento das culturas, pela possibilidade de se adequar às condições de solos pedregosos, rasos e topografia acidentada, pela possibilidade de aplicação de produtos químicos em solução na água de irrigação e pela redução dos riscos de contaminação das culturas (SCALOPPI, 1986). Hanson e Lamm (1995) apontam ainda como vantagens, a economia de fertilizantes, redução de custos culturais e o aumento em produtividade. Todas essas são razões pelas qual a utilização destes sistemas também contribuem para a sanidade do cafezal avaliado, já que oferece melhores condições para a planta produzir, sem realizar disseminação de inoculo do patógeno e sem aumentar molhamento foliar que favorece a doença

2.2.6 Controle da ferrugem do cafeeiro

2.2.6.1 Fungicidas para controle da ferrugem

Considerações sobre o uso de fungicidas na agricultura, como oneração do custo de produção, degradação dos recursos naturais, problemas de intoxicação de aplicadores de defensivos agrícolas, aumento dos riscos da presença de resíduos nos produtos colhidos, assim como, surgimento de raças do fungo resistentes levou a uma procura crescente por práticas de manejo de doenças mais racionais e por fungicidas de menores custos e toxicidade (ZAMBOLIM ; VALE, 1999).

Embora os fungicidas cúpricos (protetores) apresentem eficiência comprovada no controle a ferrugem, desde que aplicados a intervalos de semanas (BOCK, 1962), os fungicidas sistêmicos apresentam vantagens em relação aos protetores por exercerem efeito curativo sobre as lesões novas e a inibição de esporulação das lesões velhas (NUNES, 1986). Os fungicidas sistêmicos, entre eles os do grupo químico dos triazóis, lançados no mercado após 1976, têm demonstrado elevada eficiência na redução do inóculo residual, permitindo o retardamento do início das pulverizações e a redução de seu número, quando aplicados por meio de pulverizações ou via sistema radicular (SILVA-ACUNÃ et al., 1993).

A formulação dos fungicidas sistêmicos na forma granulada, associados ou não a um inseticida possibilitando sua aplicação ao solo, proporcionou uma alternativa válida para o controle da ferrugem em áreas de topografia acidentada, sem disponibilidade de água

(SILVA-ACUNÃ et al., 1993), em plantios adensados e em lavouras extensivas. Almeida e Matiello et al. (1989) e Boldini (2001), citados por Souza (1991), verificaram que, no caso da formulação granulada do produto triadimenol associado com o inseticida dissulfoton, houve efeito sinérgico positivo do inseticida, reduzindo a infecção e melhorando a ação do triadimenol nas doses baixas e médias.

A pulverização com fungicidas cúpricos representa um dos métodos de controle mais tradicionais contra a doença. No entanto, recomenda-se também o uso de fungicidas ditiocarbamatos que são menos eficientes por apresentarem baixo efeito residual e serem facilmente laváveis pela chuva, e os sistêmicos (triazóis) usados por aspersão nas folhas e os granulados, via solo (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1986; ZAMBOLIM et al., 1997; MATIELLO, 1991). Os cúpricos além de serem eficientes também contra outras doenças, mostram efeito nutricional favorável ao desenvolvimento do cafezal (ALMEIDA; MATIELLO, 1999; ZAMBOLIM et al., 2002).

Para sua utilização, é necessária a realização de um número relativamente grande de pulverizações, principalmente em período chuvoso do ano e nem sempre o produtor consegue realizá-las em número adequado. Em alguns locais adotam-se outras medidas de controle como a pulverização de fungicidas sistêmicos (triadimenol, cyproconazole) nas folhas e a mistura de fungicidas + inseticidas via solo (triadimenol + dissulfoton), sem efeitos negativos sobre a qualidade e com melhoria do padrão de controle fitossanitário das lavouras (SOUZA, 1996). O uso de inseticida + fungicida via solo por muitos anos consecutivos em safras de alta e de baixa carga da lavoura não é uma medida adequada, pois afeta a sustentabilidade da lavoura (ZAMBOLIM et al. 2002).

As características de um fungicida são fatores determinantes dentro de uma série de variáveis que determinam a efetividade de um produto. A quantidade de produto que adere à folha durante a pulverização e a quantidade de material que permanece na folha após a ação de intempéries são os principais fatores que determinam a quantidade de resíduo ativo nas superfícies foliares para um efetivo controle dos fitopatógenos (RICH, 1954). A estratégia do uso de aditivos à calda fungicida pode melhorar a ação de certos fungicidas sensíveis à ação de intempéries, por propiciar melhor aderência à superfície foliar e ainda, elevar a sua persistência (tenacidade), principalmente sob ação da chuva (SUHERI; LATIN, 1991).

Além da fungitoxicidade de um produto químico, o êxito de controle depende de uma série de outras variáveis como aderência, tenacidade, persistência e fundamentalmente da tecnologia de aplicação utilizada. A qualidade (espectro de gotas) e quantidade (densidade de gotas) do fungicida pulverizado, depositado e sua aderência às partes vegetais através das

gotas de pulverização, deverão resultar em uma distribuição uniforme e homogênea da quantidade recomendada do ingrediente ativo. Por sua vez, o resíduo ativo dos fungicidas sobre as superfícies vegetais, após a ação das intempéries, principalmente as chuvas, determinará o controle e a persistência efetiva dos fitopatógenos (RICH, 1954).

Deve-se observar, no entanto, que o sucesso da aplicação de medidas de controle químico depende, ainda, do preenchimento de exigências inerentes aos fungicidas utilizados, como no caso dos aplicados via sistema radicular, que exigem a presença de umidade e um período de absorção e translocação para concentração do produto nas folhas a um nível tal que o mesmo atue eficientemente sobre o fungo (NUNES, 1986; DEALL, 1990).

Para garantir o êxito do controle químico, é ainda indispensável a aplicação do fungicida no momento apropriado, de acordo com o ciclo da doença e sua dinâmica no transcurso do ano. Esta, por sua vez, encontra-se relacionada com as variações climáticas ocorridas durante o ano, uma vez que elas afetam o patógeno, o hospedeiro, e, conseqüentemente, as relações patógeno e hospedeiro (MORAES, 1983; CHALFOUN; LIMA, 1986).

Produtos sistêmicos necessitam de um espaço de tempo entre a pulverização e ocorrência de chuvas, para serem absorvidos ou translocados através dos tecidos das folhas, em quantidade suficiente para o controle das doenças fúngicas.

A precipitação pluviométrica também é um fator que deve ser destacado como determinante da eficiência dos defensivos agrícolas de maneira geral. Vários autores como Akobundu (1987) e Hance e Holly (1990) enfatizam que quanto menor o período entre a pulverização e a precipitação pluviométrica, menores serão as chances de absorção de produtos sistêmicos, reduzindo-se a respectiva eficácia.

Com relação ao limite econômico para o controle da doença, é calculado que em torno de 10% de incidência de ferrugem, é uma quantidade de infecção sob o qual provavelmente não seria possível obter um aumento da produção com aplicações adicionais (WALLER, 1982).

2.2.6.2 Resistência à ferrugem

O cafeeiro da espécie *Coffea arabica* L. é susceptível a várias doenças, sendo a ferrugem do cafeeiro, uma das mais importantes. A importância econômica da doença é o maior estímulo à utilização de cultivares resistentes para se evitar ou, pelo menos, minimizar os prejuízos por ela ocasionados. Além das vantagens de ordem econômica, o plantio de

cafeeiros resistentes à ferrugem reduzirá a contaminação do ambiente, por possibilitar a diminuição do uso de agrotóxicos na cafeicultura.

Apesar do método de controle ideal da ferrugem ser a resistência genética, o surgimento de novas raças do patógeno, capazes de superar a resistência dos genótipos, é um grande problema. No Brasil, em 11 anos com a presença da ferrugem, duas diferentes raças do fungo foram detectadas (CARDOSO et al., 1981). Faz-se necessário então avaliar continuamente várias progênies de café em programas de melhoramento. Portanto, a procura por um tipo de resistência durável em espécies de cafeeiros deve ser priorizada. Outra possibilidade é o plantio de misturas de variedades, entretanto, como o cafeeiro é uma planta perene, não se tem a flexibilidade de mudança de cultivares como é o caso de culturas anuais. Assim cultivares que têm resistência suplantada não podem ser rapidamente substituídas; além disso, o rápido aumento na virulência do patógeno, observada no Brasil em cultivares com combinações de genes de resistência, pode comprometer a eficiência de tais variedades (CARVALHO et al., 1989). Entretanto, o emprego de cultivares resistentes continua sendo uma opção importante no manejo da doença. Vale destacar que a maioria das cultivares melhoradas resistentes à ferrugem atualmente em cultivo tem como fonte de resistência o material denominado de Híbrido de Timor, material selecionado pelo Centro Internacional de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro - CIFIC (VÁRZEA et al., 2002).

Há diferentes níveis de suscetibilidade entre as variedades de café. O Mundo Novo é mais suscetível que o Catuaí. Há também as variedades resistentes à ferrugem, produzidas através do melhoramento genético (cruzamentos), como algumas linhagens de Icatu e as variedades do germoplasma Sarchimor (CANECCHIO FILHO, 1987). Entretanto, os cafeeiros ficam muito mais suscetíveis à ferrugem em anos de alta produção. Isto se deve ao deslocamento das reservas da planta (carboidratos) para a frutificação. Com isto, a infestação de ferrugem tende a acompanhar o ciclo bianual do cafeeiro, embora o intensifique (MATIELLO, 1995).

Abreu (1978) testou metodologias que permitissem a constatação de resistência em cafeeiros inoculados com a raça II de *Hemileia vastatrix*, utilizando-se da variedade Mundo Novo (*Coffea arabica*) e progênies descendentes do cruzamento de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. As variáveis estudadas foram período de incubação, esporulação, período latente, evolução da doença e razão de infecção, que evidenciam-se como expressão de resistência horizontal. Segundo o autor, características morfológicas como número, tamanho e forma dos estômatos e número de cloroplastos não estão relacionados à resistência horizontal a ferrugem.

Em *Coffea canephora*, estudos genéticos sobre resistência à ferrugem são limitados, mas indicam uma herança complexa. De acordo com Bettencourt e Rodrigues Jr. (1988), de maneira geral *Coffea canephora* é resistente a *Hemileia vastatrix*, mas os resultados de inoculações de raças fisiológicas do patógeno indicaram que algumas populações são altamente suscetíveis, outras totalmente resistentes, e ainda há aquelas que apresentam um tipo de reação heterogênea, com um ataque moderado do patógeno.

A cultivar Catuaí, é resultante do cruzamento artificial de cafeeiros selecionados de Caturra Amarelo e Mundo Novo. Apresenta um porte baixo em função dos internódios curtos com boa facilidade de manejo. Ramificação secundária e terciária abundante com formação de saia bem definida. Permite melhor retirada de ramos ladrões e melhor operação de corte acima da saia. Apresenta maior susceptibilidade à doença da ferrugem do cafeeiro, quando comparada a outras cultivares de cafeeiro. Maturação mais tardia e mais desuniforme do que a Mundo Novo. A planta fica mais depauperada após alta produção, sob efeito de estresse hídrico ou de deficiência nutricional. Facilidades na aplicação do manejo e realização da colheita manual e mecânica (SANTOS, 2005)

A cultivar Rubi, foi obtida através de retrocruzamentos de Catuaí com Mundo Novo, com o objetivo de diversificar as características da cultivar Catuaí e selecionar materiais mais produtivos, vigorosos, precoces e mais uniforme quanto à maturação. Apresenta quando adulta, porte baixo como a Catuaí, altura média de 2,0 m e diâmetro de médio de copa de 1,8 m. Possui elevado vigor vegetativo com bom enfolhamento o ano todo, sem apresentar depauperamento precoce após elevadas produções. A maturação dos frutos tanto em época quanto sua uniformidade é intermediária entre as cultivares Catuaí e Mundo Novo. Tem apresentado excelente produtividade e rendimento de grãos com superioridade de cerca de 10 a 15% comparada a cultivar Catuaí. No plantio pode ser adotado espaçamentos tanto no sistema adensado quanto a livre crescimento em renque mecanizado. É susceptível à ferrugem. (SANTOS, 2005)

A cultivar Topázio, foi selecionada com base na mesma linha de seleção da cultivar Rubi, através de retrocruzamentos de Catuaí com Mundo Novo. Apresenta características gerais semelhantes a cultivar Rubi, com bom vigor vegetativo e abundante ramificações secundária nos ramos plagiotrópicos. A arquitetura da planta é compacta com porte baixo, tendo acima dos 10 anos de idade, altura pouco superior a 2,0 m e diâmetro médio de copa de 2,0 m. As ramificações produtivas possuem maior ângulo de inserção com a haste principal, permitindo melhor arejamento e luminosidade da copa. A maturação dos frutos é uniforme e intermediária entre as cultivares Catuaí e Mundo Novo. Adequada para plantio tanto adensado

como livre crescimento em sistema de renque mecanizado. É susceptível à ferrugem (SANTOS, 2005).

O Híbrido de Timor, que é oriundo de cruzamento interespecífico natural, provavelmente entre *C. arabica* L. (café arábica) e *C. canephora* Pierre (café robusta), é portador de fatores de resistência SH5, SH6, SH7, SH8, SH9 a raças do fungo causador da ferrugem do cafeeiro, além de ser portador do gene T para resistência a antracnose e de outros fatores para resistência ao nematóide das galhas da espécie *Meloidogyne exigua*. A população designada de Catimor foi obtida a partir do cruzamento artificial do cafeeiro CIFC 19/1 da cultivar Caturra Vermelho com o CIFC 831/1 Híbrido de Timor, realizado por pesquisadores do Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, em Oeiras, Portugal. Aos descendentes da geração F3 e F4 desse cruzamento deu-se a denominação de Catimor (CHAVES; ZAMBOLIM, 1976).

Em 1999, a UFV (Universidade Federal de Viçosa) e a EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), lançaram a variedade Oeiras MG 6851, pertencente à população de Catimor (Híbrido de Timor x Caturra), que apresenta características fenotípicas do café arábica, com porte baixo, bom vigor vegetativo, boa longevidade, alta produtividade e resistência a *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. (SAKIYAMA, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de levantamento da ferrugem

O levantamento da ocorrência da ferrugem, foi realizado em cafezal do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Fazenda Experimental do Glória, a 18°58'0,7"S e 42°12'24,6"W, 830m de altitude, no município de Uberlândia-MG. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1999).

Para a implantação do cafezal, o solo foi preparado realizando-se uma aração e duas gradagens, com aplicação de 0,8 tonelada de calcário dolomítico por hectare, visando elevar a saturação por bases para 60%.

Os sulcos de plantio foram abertos a uma distância de 3,5m e receberam, por metro linear, 200 gramas de calcário dolomítico, 300 gramas de termofosfato magnésiano, 300 gramas de superfosfato simples e 500 gramas de fosfato de Araxá. O plantio foi realizado em novembro de 2000, no espaçamento de 0,7 m entre plantas na linha, quando as mudas aclimatadas atingiram 4-5 pares de folhas definitivas. As adubações químicas de pós-plantio, formação, produção e foliares foram realizadas seguindo as orientações de fertilidade do 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999).

Para a realização do levantamento da ferrugem neste trabalho, foram selecionadas as cultivares Topázio/1190; Rubi/1192 e Catuaí Vermelho/IAC-99; sob sistema de irrigação por gotejamento, por apresentarem alta carga pendente na safra 2007/2008. Na área não irrigada a cultivar utilizada foi a Catuaí Vermelho/IAC-99, para servir de comparação com a mesma cultivar em sistema irrigado.

3.2 Manejo da Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, como mostra a Figura 2, com gotejadores autocompensantes, espaçados 0,75m e com vazão de 2,3 L h⁻¹. As irrigações foram realizadas de segunda a sexta-feira, aplicando-se 120% da evaporação da água do Tanque "Classe A" do(s) dia(s) anterior(es). O sistema também foi utilizado para aplicações de fertilizantes, fungicidas e inseticidas, no decorrer do ciclo da cultura, de acordo com a necessidade.



Figura 2. Sistema de Irrigação por gotejamento do cafeeiro na Fazenda do Glória – UFU (Autora da foto: Izabela Teixeira, 2008).

3.3 Manejo de pragas e doenças

Os controles de pragas e doenças foram realizados conforme recomendações para a cultura e procurou-se manter a área experimental livre de plantas daninhas por meio da aplicação de herbicidas e roçagens. O herbicida utilizado para controle das plantas infestantes foi o glifosato (480g/Lt), próximo às linhas de plantio, enquanto que nas entrelinhas dos cafeeiros, utilizou-se a roçadeira para controle do mato.

O manejo de pragas e doenças foi realizado sempre que houve necessidade. Em novembro de 2006, houve uma aplicação de Thiamethoxam + Ciproconazole (Verdadero 600 WG), na dose de 1kg ha^{-1} . Em fevereiro de 2007, aplicou-se apenas Thiamethoxam (Actara 250 WG), na dose de 1kg ha^{-1} . Depois, em novembro de 2007, foi feita uma nova aplicação de Thiamethoxam + Ciproconazole (Verdadero 600 WG), também na dose de 1kg ha^{-1} . As aplicações foram feitas via água de irrigação.

3.4 Coleta de dados climatológicos

Os dados climatológicos foram obtidos próximos a área do cafezal, Estação Meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Experimental do Glória, no município de Uberlândia.

Estes dados foram utilizados para uma análise dos períodos em que as condições ambientais foram favoráveis para a ocorrência da ferrugem do cafeeiro no cafezal em estudo.

3.5 Avaliação da Incidência e Severidade de Ferrugem

As avaliações da incidência e da severidade foram feitas mensalmente, para a determinação da curva de progresso da doença, foi utilizando para avaliação da ferrugem do cafeeiro a escala diagramática proposta por Kushalappa e Chaves (1978). Neste diagrama são representadas folhas com 50 cm² (Figura 3), ilustrando lesões de ferrugem de 1, 3, 5, 7 e 10% da área foliar, dando uma área das lesões de 25 a 50%. Com ela, estima-se a intensidade de ferrugem abaixo de 25% pelo somatório das áreas das lesões. Intensidades acima de 25% são estimadas diretamente na escala, mas pode-se avaliar qualquer nível intermediário entre zero (0) e 100%.

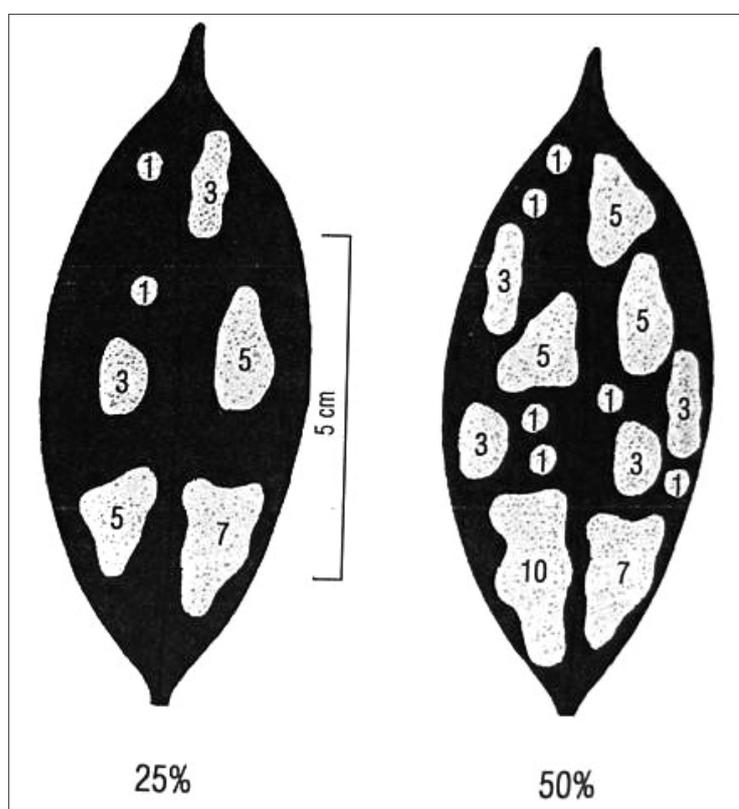


Figura 3. Diagrama de folhas do cafeeiro com diferentes tamanhos de pústula de ferrugem (KUSHALAPPA; CHAVES, 1978).

Para o levantamento da ocorrência da ferrugem foi realizada uma amostragem ao acaso, dividindo-se uma área homogênea da lavoura em nove sub-áreas (Figura 4), para coleta de amostras de folhas para análise temporal e espacial da ocorrência de ferrugem. A coleta de folhas também foi ao acaso, sendo coletada uma folha por planta, no terceiro ou quarto par de folhas de um ramo localizado no terço inferior da planta, como mostra a Figura 5.

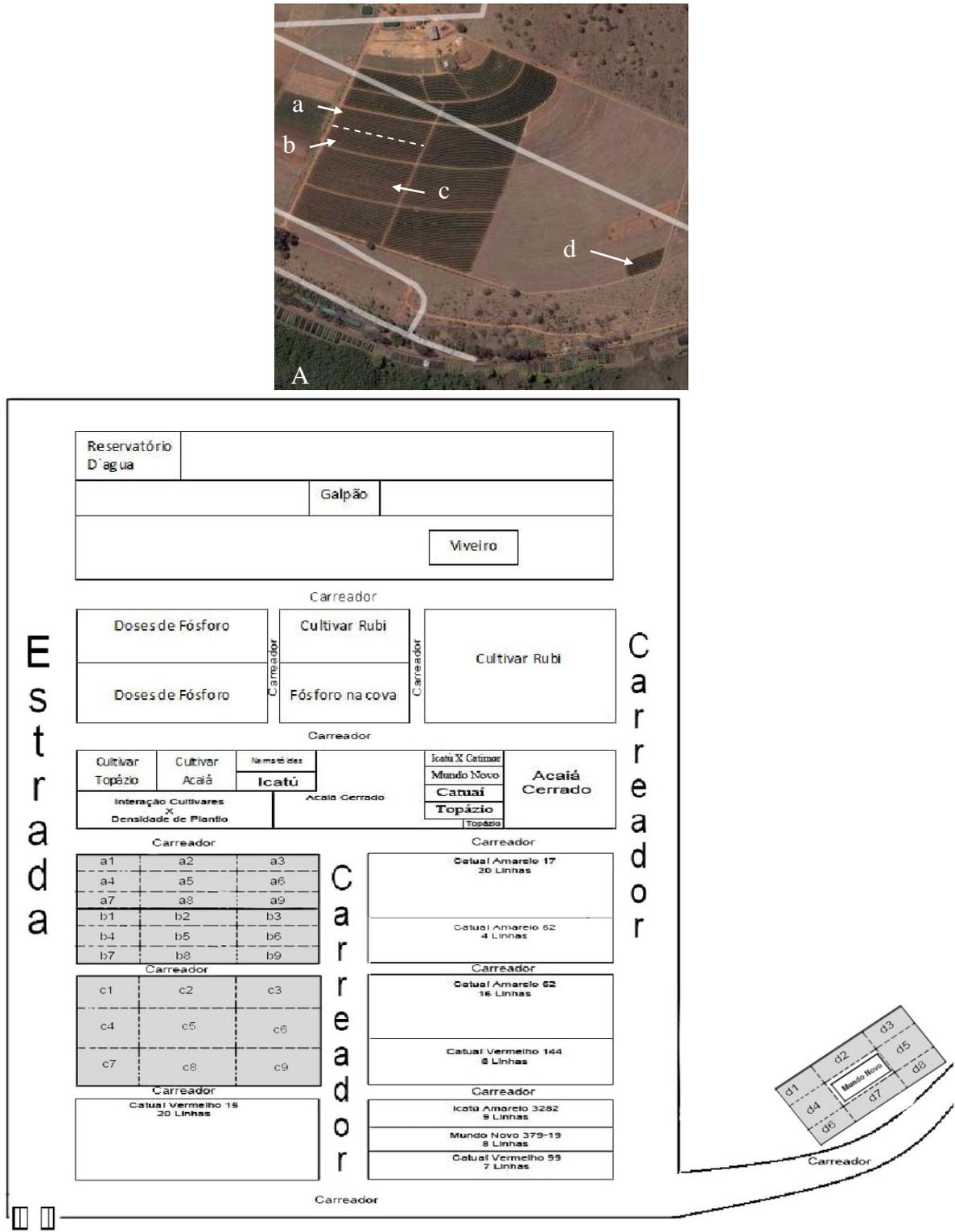


Figura 4. Localização e subdivisão do talhão de cada linhagem amostrada no cafezal da Fazenda Experimental do Gloria: **(A)** Imagem via satélite, (a, b, c) cafezal irrigado, sob sistema de irrigação por gotejamento, (d) cafezal sem irrigação (Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BRetab=w1, 04/07/2008, 15:00h>) **(B)** Detalhe da subdivisão da área de cada cultivar para a amostragem espacial das folhas do cafeeiro: (a₁ até a₉) Topázio/1190, (b₁ até b₉) Rubi/1192, (c₁ até c₉) Catuaí Vermelho/IAC-99, e (d₁ até d₈) Catuaí Vermelho/IAC-99 sem irrigação.

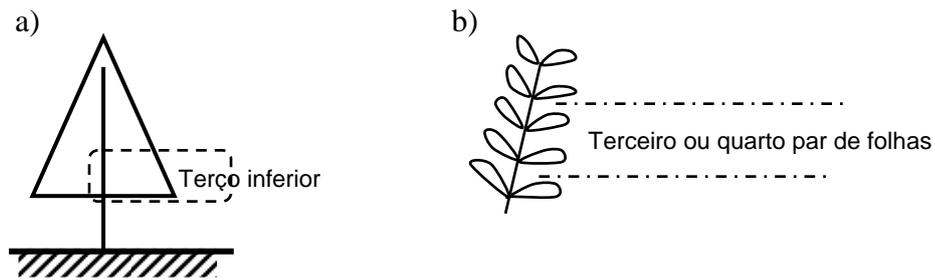


Figura 5. Esquema da localização do ponto de amostragem de folhas, ao acaso, (a) no terço inferior e (b) no terceiro ou quarto par de folhas do ramo do cafeeiro. (Adaptado de FERNANDES, 2005).

A avaliação da incidência de folhas com ferrugem foi feita através da determinação da porcentagem de folhas com ferrugem, calculando o número de folhas doentes dividido pelo número de folhas total; e também a incidência média de pústulas de ferrugem por folha com a doença calculando-se o número de lesões total (pústulas) dividindo pelo número de folhas doentes, obtendo assim a porcentagem de incidência da ferrugem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos períodos com condição favorável para a ocorrência da ferrugem

A análise das variáveis climáticas obtidas durante a condução do levantamento demonstra um ano atípico, com temperaturas elevadas e menor volume de chuvas, comparada às médias da região, portanto, segundo Kushalappa e Eskes (1989), favorecendo a ferrugem. Todos os meses avaliados mantiveram condições favoráveis para a germinação dos uredosporos, com a temperatura ótima para essa germinação, que é de 22°C, e médias entre 15,5°C e 28°C (Figura 6). Quanto à umidade relativa, sempre se manteve alta (Figura 7), em todos os meses do levantamento. As chuvas ocorreram em menor incidência de julho à novembro de 2007 (Figura 8), e não ocorreu em agosto de 2007; de janeiro à abril de 2008, observou-se chuvas regulares, fato que contribui para a ocorrência da doença, pois, Becker-Raterink (1979) as chuvas fortes e prolongadas eliminam parte do inóculo e parecem ter efeito negativo sobre a doença.

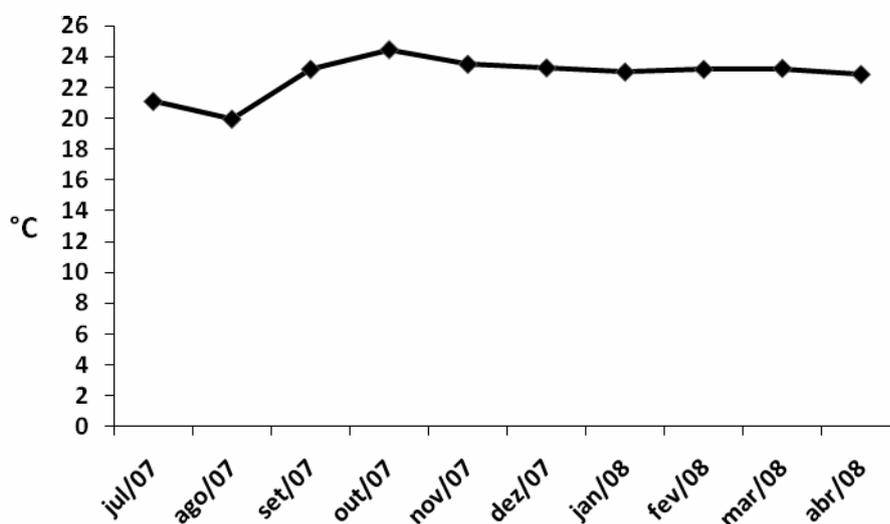


Figura 6. Temperatura média do ar, de julho de 2007 á abril de 2008, coletadas na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Experimental do Glória.

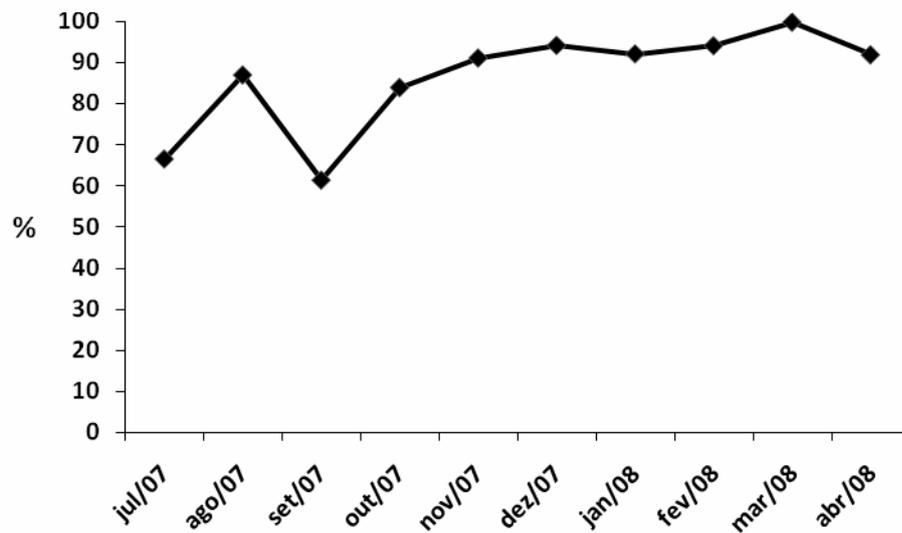


Figura 7. Umidade relativa do ar de janeiro à abril de 2008, coletadas na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Experimental do Glória.

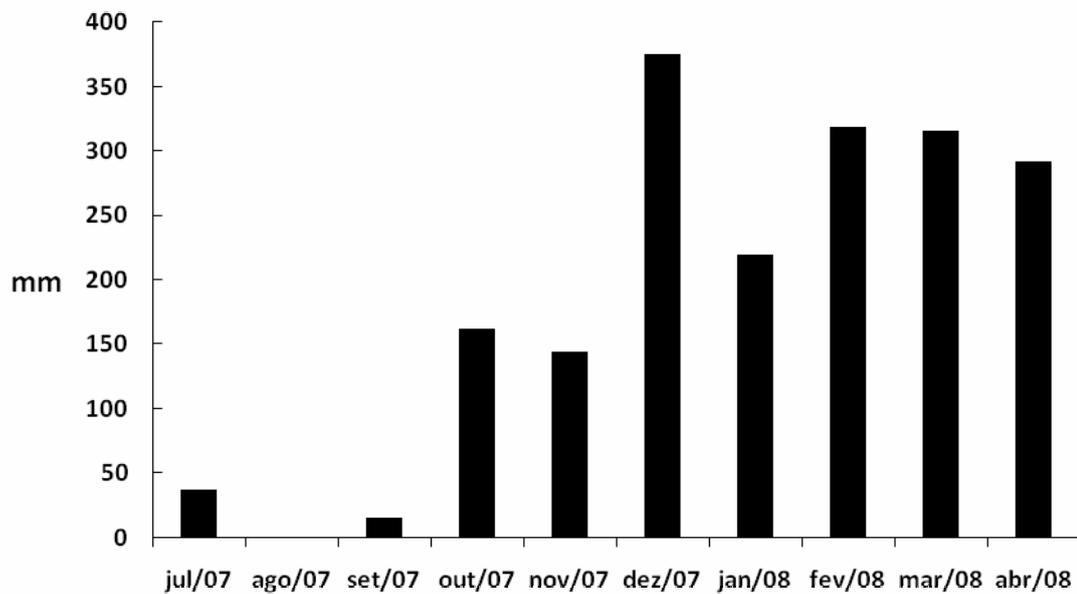


Figura 8. Precipitação de julho de 2007 à abril de 2008, coletadas na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Experimental do Glória.

4.2 Avaliação da incidência e severidade da ferrugem

Pelo método de amostragem utilizado, foi analisado apenas o terço inferior do cafeeiro, por ser o local onde há maior incidência da ferrugem, pois às condições favoráveis

para a doença são mais comuns nessa região da planta, por exemplo, molhamento foliar. Contudo, pelas avaliações feitas mensalmente, não se observou nenhum foco de ferrugem no cafeeiro, nas cultivares e áreas amostradas, pois todas as folhas que foram coletadas não apresentavam nenhuma pústula de ferrugem.

Estes resultados também indicam que a incidência da ferrugem não foi afetada pela irrigação utilizada neste estudo. Este fato pode ser atribuído ao método de irrigação utilizado, no qual a distribuição de água é feita apenas no solo na região de maior concentração de raízes não proporcionando molhamento foliar. Segundo Gomes et al. (2002), o sistema de irrigação por gotejamento, não proporciona um maior número de horas de molhamento foliar nas plantas, deixando de disseminar o patógeno na lavoura, desfavorecendo um ambiente propício ao progresso da ferrugem.

O controle químico, foi feito em novembro de 2006 e de 2007, com Thiamethoxam + Ciproconazole, na dose de 1Kg/ha. Estas aplicações estão de acordo com as recomendações técnicas do produto, onde se recomenda aplicação uma vez por ano, no período de outubro a novembro, sempre após as primeiras chuvas. Segundo Chalfoun e Carvalho (1999) os tratamentos com triadimenol e cyproconazole, aplicados através do sistema radicular, são beneficiados pela associação com o inseticida dissulfoton, melhorando o controle da ferrugem. Além disto, a aplicação de thiamethoxam e cyproconazole no controle do bichomineiro e do fungo causador da ferrugem pode proporcionar resultados positivos de controle e um revigoramento da planta para a safra seguinte (SCARPELLINI, 2004). Assim, o controle feito na safra anterior e na safra de 2007/2008 contribuíram para o controle da ferrugem na área do cafezal em estudo.

Segundo Matiello et al. (1999), deve-se fazer uma aplicação anual deste produto, no período de outubro a dezembro, enterrado sob a saia do cafeeiro, em sulcos, dos dois lados da planta, quando se usam granuladoras, ou em quatro furos quando se usa a matraca. Quando se usa pela primeira vez os fungicidas granulados sistêmicos e as misturas de fungicidas com inseticidas granulados sistêmicos é bom antecipar a aplicação no solo e efetuar uma aplicação complementar de fungicida sistêmico foliar ou fungicida cúprico, para redução do inóculo.

O espaçamento entre as plantas também é considerado um fator de interferência no progresso da ferrugem do cafeeiro, provavelmente influenciando as condições microclimáticas dentro da lavoura (KUSHALAPPA; ESKEES, 1989). Como o cafezal avaliado não tem um espaçamento adensado, não intensifica a formação de microclima que contribuísse para a incidência e progresso da doença.

Finalmente, as cultivares Topázio, Rubi e Catuaí Vermelho/IAC-99 utilizadas na avaliação, são de alta produção, e são susceptíveis à ferrugem, segundo pesquisas feitas pela EMBRAPA Café (SANTOS, 2005). As produtividades destas cultivares no ano de 2006, segundo Andrade (2006), foi de 80,11sc/ha para a cultivar Catuaí Vermelho/99; 70,82sc/ha para a cultivar Rubi/1192 e de 87,10sc/ha para a cultivar Topázio/1190. Estes níveis de produtividade são elevados e tendem a contribuir para a ocorrência de ferrugem, portanto o manejo da doença e os tratos culturais realizados neste cafezal, principalmente aqueles que contribuem para a nutrição do cafeeiro, podem explicar a ausência de ocorrência de ferrugem em 2007.

5 CONCLUSÕES

Não houve incidência de ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. e Br.), nas cultivares de cafeeiros Topázio, Rubi e Catuaí Vermelho/IAC-99, cultivado sob o sistema de irrigação, na safra de 2007/2008 e nem na Catuaí Vermelho/IAC-99 sem irrigação.

O controle químico com Thiamethoxam + Ciproconazole, associado ao sistema de irrigação localizada, ao plantio não adensado, às condições climáticas atípicas e o manejo da cultura na safra 2007/2008 foi eficiente no controle da ferrugem.

REFERÊNCIAS

- [CFSEMG1999] COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS — **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa, Antônio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito G. Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., 1999.
- ABREU, S.M. Evidenciação da resistência de progênies de Catimor a *Hemileia vastatrix*. In: 11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS (CBPC). **Anais...** Rio de Janeiro. 1978.
- ACUÑA, R.S. **Epidemiologia e controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk e Br.) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Dissertação (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária, Viçosa, MG, 140p. 1996.
- AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2001.
- AKOBUNDU, I.O. **Weed Science in the tropics: principles and practices**. New York: John Wiley e Sons, 1987. 522 p.
- ANDRADE A.C.; MELO B.; PAULA R.C. **Avaliação de linhagens das cultivares de cafeeiro Catuaí Vermelho e Amarelo, em solos sob vegetação de cerrado, do município de Uberlândia-MG**. Dissertação (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, 2006. Uberlândia, MG.
- BECKER-RATERINK, S. **La propagación de la roya del cafeto**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1979. 70 p.
- BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de Fitopatologia**. Vol. 1- 1995. São Paulo: Agronômica CERES, 774p.
- BERTHAUD, J. L. Incompatibilité chez *Coffea canephora*: Méthode de test et déterminisme génétique. **Café, Cacao, Thé**. Paris. v.24, n.4, p.267-274. 1980.
- BETTENCOURT, A J. **Melhoramento genético do cafeeiro: transferência de fatores de resistência a *Hemileia vastatrix* Berk. e Br. para as principais cultivares de *Coffea arabica***. Lisboa. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, 93 p. 1981.
- BETTENCOURT, A.J.; RODRIGUES JR., C.J. Principles and practice of coffee breeding to rust and other diseases. In.: CLARKE, R. J.; MACRAE, R., (Ed.) **Coffee: agronomy**. London, Elsevier Applied Science. v.4, p.199-234. 1988.
- BOCK, K.R. Control of coffee leaf rust in Kenya Colony. **Transactions of British Mycology Society**. Cambridge. v.45, n.3, p.301-313, 1962.
- BOLDINI, J.M. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado e fertirrigado**. 2001. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CAMARGO, P. Clima, *Hemileia vastatrix* Berk. e Br. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 2., 1978. Campinas. **Anais...** Campinas, 1978. p.3-5.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York. John Wiley e Sons Inc. 869p. 1990.

CANECCHIO FILHO, V.; **Cultura de café**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987, 84 p., broch.

CARDOSO, R.M.L., ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M. Novas raças fisiológicas de *Hemileia vastatrix* identificadas em cafeeiros com genótipos complexos, no Estado de Minas Gerais. 12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS. **Anais...** Caxambu, MG, IBC/GERCA. 1981. p. 126-127.

CARVALHO A., FERWERDA F.P., FRAHM-LELIVELD J.A., MEDINA D.M., MENDES A.J.T. AND MONACO L.C. Coffee (*Coffea arabica* L. and *C. canephora* Pierre ex Froehner). In: FERWERDA F.P. and WIT F. , **Outlines of perennial crop breeding in the tropics**. Ed. The Netherlands .Wageningen, pp. 189–241. 1969

CARVALHO, A.; MONACO, L. C.; VAN DER VOSSEN, H. A. M. Café icatu como fonte de resistência a *Colletotrichum coffeanum*. **Bragantia** .Campinas. v.35, p.343-347, 1969.

CARVALHO, E.A.M., **Progresso da ferrugem (*H. vastatrix*) em diferentes sistemas de irrigação**. Dissertação (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Lavra; Lavras, MG. 32p. 1998.

CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M.S.; CHAGAS, S.J. de R. Relação entre classificação de café pela bebida e composição físico-química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15, Maringá, 1989. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. P.25-26.

CHALFOUN S.M.,CARVALHO V.L.,PEREIRA M.C.Efeito de alterações climáticas sobre o progresso da ferrugem (*Hemileia vastatrix* BERK. e BR.) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.25, n.5, p.1248-1252, set./out., 2001.

CHALFOUN, S.M.; LIMA, R.D. de. Influência do clima sobre a incidência de doenças infecciosas. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte, MG. V.12 p. 31-36. 1986.

CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.L. Controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* BERK e BR.) do cafeeiro através de diferentes esquemas de aplicação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.3, p.363-367, 1999.

CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L. "Catimor" um híbrido promissor resistente à ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 9., Campinas, 1976. **Resumos...** Campinas, Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1976. p.8.

CHEVALIER, A. **In les caféiers du globe**. Paris, Le Chevalier, 1947. (Encyclopedie biologique, fase. 3)

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in coffee plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARK, R.J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee agronomy**. London: Elsevier, 1988. p.167-195.

CONAGIN, C.H.T.M.; MENDES, A.J.T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*; auto-incompatibilidade em *Coffea canephora*. **Bragantia**, Campinas, v.20, p.787-804, 1961.

DEALL, M.W. Studies on the control of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) with Bayfidan GR in Zimbabwe. **Pflanzenschutz Nachrichten**. Bonn, Nordrhein-Westfalen, v.43, n.3, p.203-216, 1990.

Embrapa Café / Epamig ,Patrocínio, MG, 2005. Disponível Site: Cafeicultura, A revista do agronegócio café. <http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=leremat=3696#>

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

ESKES, A.B.; CARVALHO, A. **Variation for incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in *Coffea arabica***. Study Circle of Plant Breeding (Wageningen) 32:625-637. 1983.

ESKES, A.B.; COSTA, W.M. Characterization of incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in the Icatu coffee population. **Euphytica**. Wageningen. v.32 p. 649-657. 1983.

ESKES, A.B.; SOUZA, E.Z. Ataque da ferrugem em ramos com e sem produção de plantas do cultivar Catuaí. In: 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. **Anais...** São Lourenço. 1981.

FERNANDES, J.J. **Sistema de Previsão de Doenças**. (Anotações de aula) 2005.

GODOY, C.V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C.L.M.; Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; (Ed.) 1997. **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 3. Ed. São Paulo. Ceres, v.2, p. 184-200.

GOMES, N.M.; CHALFOUN, S.M.; MARTINS, C.P.; VILELA, L.A.A. Evolução da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk e BR) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes regimes de irrigação por pivô central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu, MG, **Anais...** Rio de Janeiro, MAPA/PROCAFÉ, 2002. P. 222-224.

HANCE, R.J.; HOLLY, K. **Weed control handbook: principles**. 8^o ed. London: BCPC Blackwell Scientific Publication, 1990. 582p.

HANSON, B. R; LAMM, F. R. Drip irrigation of row crops: an overview. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., 1995, Orlando. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 1995. p. 651-655.

INSITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ (Rio de Janeiro, RJ). **Cultura de café no Brasil; pequeno manual de recomendações**. Rio de Janeiro, IBC/DIPRO, 1986. 214p.

JULIATTI, F.C.; SILVA, S.A. **Manejo integrado de doenças na cafeicultura do cerrado**. Uberlândia. Editora Composer. v.5, 132p. 2001.

JULIATTI, F.C.; MOREIRA, J.C.; MENDONÇA, F.C.; SANTOS, C.M. dos. Incidência e severidade da ferrugem em lavoura cafeeira conduzida sob diferentes sistemas de irrigação e lâminas d'água. In: CONGRESSO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL. Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ/MINASPLAN. 2000. v. 2, p. 211-214.2000.

KUCHALAPPA, A.C.; CHAVES, G.M. An analysis of the development of coffee rust in the field. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, DF. V.6. n1. p.95-113, 1980.

KUSHALAPPA, A.C. e CHAVES, G.M. Escala para avaliar a percentagem de área foliar com ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, DF. v.3 p.119. 1978. (Resumo).

KUSHALAPPA, A.C.; ESKE, A.B. Advances in coffee rust research. **Annual Review of Phytopathology**. Palo Alto. v.27 p.503-531, 1989.

KUSHALAPPA, A.C., AKUTSU, M. e LUDWIG, A. Application of survival ratio monocyclic process of *Hemileia vastatrix* in predicting coffee rust infection rates. **Phytopathology**. Sant Paul, v.73 p.96-103. 1983.

LASHERMES, P., COUTURON, E., MOREAU, N., PAILLARD, M. e LOUARN J. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility. In: *Coffea canephora* Pierre. **Theoretical and Applied Genetics**. Montpellier. v.93 p.458-462. 1996.

LARGE, E.C. **The Advance of Fungi**. New York NY. Dover Publications Inc. 1940.

MANSK, Z. e MATIELLO, J.B. Efeito da produção, nível de desfolha e inóculo residual sobre a evolução da ferrugem do cafeeiro no Estado do Espírito Santo. In: 11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. **Anais...** Londrina. p 128-130. 1984.

MARIOTTO, P.R., GERALDO, C.J.R., SILVEIRA, A.P., ARRUDA, H.V., FIGUEIREDO, P. e BRAGA, J.B.R. Efeito da produção sobre a incidência da ferrugem no cafeeiro. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. **Anais...** Rio de Janeiro. 1974.

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

MATIELLO, J.B., **Sistemas de produção na cafeicultura moderna**, Rio de Janeiro, MAARA, Procafé; 1995, 102p.

MATIELLO, J.B.; BARROS, U.V.; BARBOSA, C.M. Parâmetros de crescimento em cafeeiros submetidos a longos períodos de tratamento com fungicida-inseticida granulado de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, Franca, SP, **Anais...**, MAA/PROCAFÉ, p.11-12. 1999

MIRANDA, J.M.; PERECIN, D.; PEREIRA, A.A. Produtividade e resistência à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) de progênies F₅ de Catuaí Amarelo com o Híbrido de Timor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6. p.1195-1200, 2005.

MORAES, S.A. de. **A ferrugem do cafeeiro: importância, condições predisponentes, evolução e situação no Brasil.** Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 50p.

NUNES, A.M.L. **Tempo de absorção, efeito protetor, curativo e de translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk e Br).** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1986. 91p.

NUNES, A. L., Tolerância de espécies de inverno a herbicidas residuais. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.8, n. 4, p. 443-448, 2007.

NUTMAN, F.J.; ROBERTS, F.M. Coffee berry disease and coffee leaf rust in Kenya. **Outlook on Agriculture**, London, v.14, n.2, p.72-79, 1964.

ORTOLANI, A.A. **Contribuição ao estudo ecológico da ferrugem do cafeeiro em diferentes populações de *Coffea arabica* L. na região de Pindorama.** Dissertação (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 1973.

PEIXOTO JÚNIOR, W.L. **Progresso da incidência e severidade da ferrugem e produtividade do cafeeiro em diferentes sistemas e lâminas de irrigação.** 2002, 34p. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.YAMADA, T. **Cultura do Cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Potafós (Ed.), p. 13-85, 1994.

RICH, S. Dynamics of deposition and tenacity of fungicides. **Phytopathology**, Sant Paul. v.44, p.203-213, 1954.

SAKIYAMA, N.S.; PEREIRA, A.A.; ZAMBOLIM, L. 1999. **Melhoramento do Café Arábica.** In: BORÉM, A. (ed.). **Melhoramento de Espécies Cultivadas.** Viçosa: Editora Brasil, p.189-204.

SANTOS F.J.C. **Origem e características das cultivares de café.** Embrapa Café / Epamig. Patrocínio, MG.2005. Disponível no site: Cafeicultura, A revista do agronegócio café. <http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=3696>

SANTOS J.M.F., OLIVEIRA S.H.F., DOMINGUES R.J., GUZZO S.D. Avaliação da eficácia de fungicidas sistêmicos no controle da Ferrugem (*hemileia vastatrix* l.) do cafeeiro, sob chuva simulada. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.69, n.1, p.45-49, jan./mar., 2002.

SCALOPPI, E. D. **Características dos principais sistemas de irrigação.** ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna, n. 25, p. 22-27, 1986.

SCARPELLINI, R.J. Thiamethoxan e Cyproconazole no controle de bicho-mineiro e ferrugem, análise de custo e produtividade em cafeeiros de Franca-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço-MG. **Resumos...**p.149-151, 2004.

SILVA-ACUNÃ, R.; ZAMBOLIM, L.; GONZALEZ-MOLINA, E. de C. Controle da ferrugem do cafeeiro com triadimenol via solo, na Venezuela. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.18, n.1, p.70-75, mar. 1993.

SONDAHL, M.R.; LAURITIS, J.A. Coffee. In: HAMMERSCHLAG, F.A.; LITZ, R.E. (Ed.) **Biotechnology of perennial fruit crops**. Berlin Springer Verlag, 1992. p.401-420.

SOUSA, S.M.C., **O café (Coffea arábica L.) na região sul de Minas Gerais, relação da quantidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. 1996. 171p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, M.T. de. **Ação protetora e curativa dos compostos triadimenol e aldicarbe em mudas de cafeeiro no controle da ferrugem causada por *Hemileia vastatrix***. Lavras: UFLA, 1991. 76p. Tese de Mestrado.

SOUZA, S. M. C. **Importância da chuva e da temperatura do ar na incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. e Br.) em cafeeiros, de três localidades do estado de Minas Gerais**. 1980. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de Lavras, Lavras.

SUHERI, H., LATIN, R. X. **Retention of fungicides for controle of Alternaria** **Biotechnology of perennial fruit crops**. Berlin Springer Verlag, p.401-420. 1991.

TALAMINI, V. **Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e fertirrigado por gotejamento**. 1999. (Dissertação de Mestrado). Lavras. Universidade Federal de Lavras. 1999.

VALE, F.X.R.; JUNIOR, W.C.J.; ZAMBOLIM L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, Ed. Perfil, 2004, 597p.

VÁRZEA, V.M.P.; RODRIGUES Jr, C.J.; SILVA, M.C.M.L.; GOUVEIA, M.; MARQUES, D.V.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; RIBEIRO, A. Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: ZAMBOLIM, L.(Ed.) **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa: UFV, 2002. p.297-320.

VOSSSEN, H.A.M. van der. Coffee selection and breeding. In: CLIFFORD, M.N.; WILSON, K.C. (Ed.) **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. Croom Helm, 1985, Cap. 3, p.48-96.

WALLER, J.M. Coffee rust epidemiology and control. **Crop Protection**. Guildford, v.1, p.385-404, 1982.

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

WEBER, A.L.; MCLEAN, H.C.; DRIGGERS, B.F.; ONEIL, W.J. **Influence of different materials on coverage and adhesiveness of sprays and their effect on residue removal from apples**. New Jersey(Agricultural Experiment. Sta. Bull.).v.627, p.1-16, 1937.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. **Princípios de Fitopatologia**. ABEAS - Curso de Proteção de Plantas - módulo 5. Brasília. 1999.

ZAMBOLIM, L., ACUÑA, R.S., VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). **Fitopatologia Brasileira** Brasília, DF, v.17 p.32-35. 1992.

ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças. In: RIBEIRO do VALE, F.X.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa: Editora UFV, v.2, p83-179, 1997.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; COSTA, H.; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Epidemiologia e controle integrado da ferrugem-do-cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa: UFV, 2002. cap. 10, p. 369-450.

ZAMBOLIN, L. **I Workshop Internacional Sobre a Resistência Durável do Cafeeiro à Ferrugem**. 2005. Disponível no site:
http://www.bioagro.ufv.br/workcafe/versao_portugues/oeiras.htm