UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

MILENE FALEIROS MAURENTE GUIMARÃES

LEVANTAMENTO DA INCIDÊNCIA DE FERRUGEM (*Hemilea vastatrix*) EM LAVOURA CAFEEIRA IRRIGADA NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, SAFRA 2007/2008

Uberlândia – MG
Novembro – 2008

MILENE FALEIROS MAURENTE GUIMARÃES

LEVANTAMENTO DA INCIDÊNCIA DE FERRUGEM (*Hemilea vastatrix*) EM LAVOURA CAFEEIRA IRRIGADA NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, SAFRA 2007/2008

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
Novembro – 2008

MILENE FALEIROS MAURENTE GUIMARÃES

LEVANTAMENTO DA INCIDÊNCIA DE FERRUGEM (*Hemilea vastatrix*) EM LAVOURA CAFEEIRA IRRIGADA NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, SAFRA 2007/2008

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

Aprovado pela Banca Examinadora em 17 de Novembro de 2008

Prof. Ph.D. Lísias Coelho
Membro da Banca

Prof. Dr. Benjamim de Melo
Membro da Banca

_____

Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Jeová Deus, pois para todas as coisas tenho força em virtude daquele que me confere poder (Filipenses 4:13).

Aos meus pais, pela confiança, pela grande paciência, e ao único e exclusivo amparo que jamais faltou em todos esses anos de batalha, e por tudo que me ensinaram e proporcionaram.

A minha querida irmã, Lilián, que tanto me deu força, obrigada pela sua amizade e companheirismo.

Ao meu amado marido, que suportou minha ausência, nos dias de fracasso respeitou meus sentimentos e me deu forças para recomeçar, foi por sua causa que os momentos difíceis dessa jornada tornaram-se mais amenos.

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

Aos membros da banca examinadora: Prof. Dr. Benjamim Melo e Prof. Ph.D. Lísias Coelho, pela participação e sugestões em busca da melhoria desta monografia.

Aos meus amigos que me acompanharam no experimento por todo tempo de avaliação, Izabela 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 desta doença no período de Outubro/2007 a Setembro/2008. O solo da área do cafezal é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico. A cultura foi instalada na área em novembro de 2000, no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,7 m entre plantas na linha. As cultivares avaliadas foram Icatu Amarelo/3282; Mundo Novo/379-19 e Catuaí Vermelho/15; todas sob irrigação. Os controles de pragas e outras doenças foram realizados conforme recomendações para a cultura, com a aplicação via sistema de irrigação. 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 Ciproconazole + Thiamethoxam (Verdadero 600 WG), na dose de $1kg.ha^{-1}$. A amostragem para levantamento da ocorrência da ferrugem do cafeeiro 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 inferior 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 da temperatura do ar e da precipitação demonstra um ano atípico, com temperaturas elevadas e menor volume de chuvas, comparada às médias da região, mas as condições de umidade relativa e temperatura do ar favorecem a ocorrência da ferrugem do cafeeiro. Durante todo o período do levantamento não houve incidência de ferrugem, nas cultivares de cafeeiros Icatu Amarelo/3282, Catuaí Vermelho/15 e Mundo Novo/379-19, na safra de 2007/2008. Sendo assim, o controle químico com Ciproconazole + Thiamethoxam e a pulverização de sulfato de cobre na calda de micronutrientes, associado ao sistema de irrigação localizada, ao plantio não adensado, á grande distância de fontes de inoculo de *Hemileia vastatrix*, e ao manejo da nutrição e da irrigação da cultura na safra 2007/2008 foram eficientes para o controle da ferrugem.

Palavras chave: Café, Hemileia, Ferrugem.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO……..... 6
2 REVISÃO DE LITERATURA……..... 7
2.1 Produção do cafeeiro no Brasil.....……..... 7
2.2 Ferrugem do cafeeiro.....……...……..……..... 8
2.2.1 Origem.....……..... 8
2.2.2 Sintomatologia.....……... 8
2.2.3 Biologia.....……..... 8
2.2.4 Condições favoráveis à ferrugem..... 9
2.2.4.1 Fatores climáticos..... 9
2.2.4.2 Efeito da produção do cafeeiro na ocorrência da ferrugem..... 11
2.2.4.3 Fatores nutricionais..... 11
2.2.5 Ferrugem em cafeeiro irrigado..... 13
2.2.6 Controle da ferrugem do cafeeiro..... 14
2.2.6.1 Fungicidas para controle da ferrugem..... 14
2.2.6.2 Resistência à ferrugem 15
3 MATERIAL E MÉTODOS…….. 17
3.1 Área de levantamento da ferrugem..... 17
3.2 Manejo da Irrigação……..…..... 17
3.3 Manejo da Adubação……..... 18
3.4 Manejo de pragas e doenças..... 18
3.5 Coleta de dados climatológicos……..... 18
3.6 Avaliação da Incidência e Severidade de Ferrugem..... 18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 22
4.1 Análise dos períodos com condição favorável para a ocorrência da ferrugem..... 22
4.2 Avaliação da incidência e severidade da ferrugem..... 23
5 CONCLUSÕES..... 26
REFERÊNCIAS..... 27

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; VALE, 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 (KUSHALAPPA, ESKES, 1989; ZAMBOLIM et al., 1997).

O aumento na intensidade da ferrugem do cafeeiro ocorre após as primeiras produções do cafeeiro (CHALFOUN; CARVALHO 1999).

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 resistentes 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). Os esforços neste sentido 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, monitorar a incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro em cultivares Catuaí vermelho/15, Icatu Amarelo/3282 e Mundo Novo/379-19 de *Coffea arabica* em manejo irrigado, na safra 2007/2008 na região de Uberlândia, MG.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção do cafeeiro no Brasil

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 os dados da OIC – Organização Internacional do Café, publicados pela Revista Cafeicultura em Maio/2008, em 2007, foram produzidos pelos 57 países cafeicultores, 117 milhões de sacas. Segundo esta organização para a safra de 2008/2009 a previsão é de uma produção total de 127 milhões de sacas. Já o consumo mundial em 2007 foi estimado em 123 milhões de sacas, podendo chegar a 125 milhões de sacas neste ano (REVISTA CAFEICULTURA, 2008).

O Brasil produziu em 2007 cerca de 33,74 milhões de sacas (arábica e robusta). Sendo que na safra 2008/2009 estima-se a produção em 45,54 milhões de sacas, de acordo com 2º levantamento da safra feito pela Conab divulgado em Maio deste ano pela Revista Cafeicultura. Do total, a produção de café arábica deverá ser de 34,7 milhões de sacas, e a de café robusta (conillon) de 10,84 milhões de sacas, este produzido em 11 Estados e em 1.850 municípios. São 2,3 milhões de hectares plantados, e a produtividade média é de 21,63 sacas por hectare. O principal estado produtor é Minas Gerais, com a produção deste ano estimada em 22,9 milhões de sacas (REVISTA CAFEICULTURA, 2008).

Da produção de 2007, o Brasil, exportou 28,1 milhões de sacas de café, representando aumento de 2,61% com relação ao ano anterior. A receita no ano-civil 2007 foi de US$ 3.862,6 bilhões, um aumento de 17,13% em comparação com o ano anterior, que foi de US$ 3.297,8 bilhões (REVISTA CAFEICULTURA, 2008).

Em 2007, o mercado brasileiro consumiu 17,1 milhões de sacas, um acréscimo de 4,74% em relação ao ano anterior, que havia sido de 16,3 milhões de sacas. O consumo interno de café do Brasil é um dos que mais crescem no mundo. Enquanto o mercado consumidor mundial, cresce em média 1,5% ao ano, o mercado brasileiro evoluiu 24,8% desde 2003, de 13,7 milhões de sacas para os atuais 17,1 milhões. O consumo per capita em 2007 de 5,53 kg de café em grão cru ou 4,42 kg de café torrado, quase 74 litros para cada brasileiro por ano, registrando uma evolução de 3,5% em relação ao período anterior (REVISTA CAFEICULTURA, 2008).

2.2 A 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). Ela foi descoberta no Ceilão em 1869. No Brasil foi encontrada em Itabuna - BA, em janeiro 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. 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 uredósporos 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. 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).

2.2.3 Biologia

Segundo Bergamin Filho et al. (1995), *Hemileia vastatrix* é um fungo biotrófico, 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 uredósporos e teliósporos. A principal via de disseminação, especialmente de uma 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

germinação e penetração devem se processar imediatamente após a deposição, 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 (RENA; MAESTRI, 1994). Com relação aos fatores do ambiente, foi verificado por Nutman e Roberts (1970) que a temperatura ótima para germinação do uredósporos é de 22ºC, sendo os limites extremos de 15,5ºC e 28,5ºC, nas quais a geminação foi nula.

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 a 600 m, 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 uredósporos, formação dos apressórios, penetração e colonização do hospedeiro. Dessa forma o ciclo da ferrugem tem a sua duração aumentada, o que é de grande importância, 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 18,5º a 26,5ºC, com boas condições entre 21 e 25ºC. A otimização da doença ocorre quando a temperatura atua com o fator umidade (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

2.2.4 Condições favoráveis à ferrugem

2.2.4.1 Fatores climáticos

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) 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.

A chuva é um fator limitante na germinação dos uredósporos, além disso ela 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 uredósporos (WARD, 1882). Por outro lado, a importância das chuvas na disseminação dos uredósporos e aumento da doença no campo é proporcionar água em estado líquido para a germinação.

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.

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 sob 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).

2.2.4.2 Efeito da produção do cafeeiro na ocorrência da ferrugem

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. Segundo Matiello (1995) 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.

A incidência da ferrugem na cultivar Novo Mundo e Catuaí pode ser reduzida em até 50% quando são removidos os frutos das plantas (MARIOTTO et al., 1974; ESKES; CARVALHO, 1983). 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.

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

O aumento de susceptibilidade devido à produção também foi demonstrado em testes de laboratório, em que 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).

2.2.4.3 Fatores nutricionais

É notório e indiscutível o papel dos macro e micronutrientes no crescimento e na produção das diversas espécies vegetais. Tanto a quantidade quanto a presença ou ausência de determinado elemento podem resultar em alterações na arquitetura, na anatomia e na composição química das plantas. Esse envolvimento pode aumentar ou reduzir a intensidade das doenças e resultar em menor tempo para ocorrer as epidemias com alta taxa de progresso. As principais mudanças proporcionadas pela nutrição mineral, responsáveis por reduzir a intensidade de doenças, são paredes celulares e cutículas mais espessas, manutenção dentro da célula de compostos solúveis, como açúcares simples e aminoácidos, maior suberização, silificação e lignificação dos tecidos, maior síntese e acúmulo de compostos fenólicos e menor abertura dos estômatos. Também por facilitar o escape ou período não propício à doença pelo rápido amadurecimento das plantas, aumentando sua tolerância, por estimular o crescimento e a produção da planta na presença do patógeno (HUBER, 2002).

A maioria das doenças que podem causar prejuízos à produção do cafeeiro tem sua intensidade influenciada pelo desequilíbrio nutricional (GODOY et al., 1997). As deficiências e os desequilíbrios nutricionais promovem mudanças na forma, na anatomia e na bioquímica das plantas, podendo torná-las suscetíveis às doenças. Infelizmente, não é possível generalizar o efeito de um nutriente especifico para todas as combinações patógeno-hospedeiro-ambiente. Os nutrientes funcionam como parte de um complexo sistema de reações interdependentes as quais constituem uma das medidas de controle a integrar o manejo do patossistema. Existe também grande dependência das características físicas e químicas dos solos, do clima, das fontes e quantidades dos nutrientes. Diante do exposto, a nutrição mineral surge como opção viável para aumentar a resistência das plantas às doenças (POZZA; POZZA, 2003).

Os nutrientes minerais exercem funções específicas no metabolismo vegetal, afetando, assim, seu crescimento e sua produção. Além disso, a nutrição mineral apresenta envolvimento secundário em termos das funções dos nutrientes no metabolismo vegetal, como alterações na morfologia (forma de crescimento), anatomia (paredes das células da epiderme mais grossas, lignificadas ou silificadas) e composição química (síntese de compostos tóxicos), as quais podem aumentar ou reduzir a resistência das plantas aos patógenos (MARSCHNER, 1995).

Ocorre alteração na composição química da planta afetada pelo seu estado nutricional, têm-se a indução de resistência após o contato com o inóculo inicial. A presença de patógenos nos tecidos das plantas implica em modificações dependentes da nutrição da planta, proporcionando a indução de substâncias tóxicas preexistentes nas células vegetais ou produzidas em resposta à agressão. Em função das características dessas alterações apresentadas pelas plantas, há várias formas de invasões e interações do patógeno com o hospedeiro, envolvendo diferentes e complexos mecanismos, que se integram para possibilitar a colonização da planta (PASCHOLATI; LEITE, 1994; AGRIOS, 1997; RESENDE; CARVALHO, 2002)

Um programa de adubação equilibrada, integrado com outras praticas culturais, permite uma ampla utilização do controle cultural e promove uma melhor oportunidade para uma máxima supressão das doenças. Manipular a adubação ou modificar o ambiente do solo pode influenciar e tornar disponíveis nutrientes. Práticas como plantio direto, aumento de teores de matéria orgânica, correção do pH do solo e irrigação podem influenciar a predisposição às doenças, aumentar ou diminuir diretamente a disponibilidade dos vários nutrientes ou alterar a atividade microbiana do solo (HUBER, 2002).

Estudos de correlação entre índices de ferrugem das folhas do cafeeiro e compostos foliares, realizados por Carvalho et al. (1996), indicaram uma relação inversa entre os teores de nitrogênio e a porcentagem de folhas com ferrugem; indicaram também que baixos teores de potássio nas folhas propiciaram maior incidência da doença.

Sabendo que a relação fonte (áreas de produção) e dreno (áreas de intenso metabolismo ou armazenamento) afeta seriamente a formação dos frutos, qualquer modificação nos teores foliares de macro e micronutrientes além de carboidratos de plantas de cafeeiros em fase de produção pode tornar as folhas suscetíveis a ferrugem (TAIZ; ZEIGER, 2004)

2.2.5 Ferrugem em cafeeiro irrigado

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, 2000).

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 quais a utilização destes sistemas também contribui para a sanidade do cafezal avaliado, já que oferece melhores condições para a planta produzir, sem disseminar o inóculo do patógeno e sem aumentar molhamento foliar, que favorece a doença.

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 (CARVALHO, 1998; JULIATTI et al., 2000; PEIXOTO JÚNIOR, 2002).

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). Já Talamini (1999), 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 verificou 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.

Em se tratando do manejo da cultura, nas regiões onde as chuvas são escassas ou mal distribuídas, a irrigação assume fundamental importância para o cultivo do cafeeiro. A irrigação por si só não determinará o aumento da incidência ou da severidade das doenças, mas sim o microclima criado pelo sistema, o qual interage com o tipo de solo, quantidade de nutrientes do solo, fatores relacionados ao manejo da cultura, variedade plantada, seu porte, espaçamento, entre outros (VALE; ZAMBOLIM, 1996). Em certos casos, a irrigação pode conferir ao hospedeiro maior resistência em razão do aumento do seu vigor (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

2.2.6 Controle da ferrugem do cafeeiro

2.2.6.1 Fungicidas para controle da ferrugem

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, demonstraram 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 (ACUNÃ et al., 1993).

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).

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 a qual provavelmente não seria possível obter um aumento da produção com aplicações adicionais (WALLER, 1982).

Segundo Matiello et al. (1999), para o manejo da ferrugem do cafeeiro deve-se fazer uma aplicação anual de Ciproconazole + Thiamethoxam, na dose de $1Kg.ha^{-1}$, 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 usam 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.

A calda Viçosa é uma suspensão coloidal que apresenta coloração azul celeste, composta de: 0,5 % de sulfato de cobre, 0,2 % de sulfato de zinco, 0,8% de sulfato de magnésio, 0,2% de ácido bórico, 0,4% uréia e 0,7% cal hidratada, desenvolvida para o controle da ferrugem do caffeeiro (*Hemileia vastatrix*) que age também com adubo foliar (CRUZ FILHO; CHAVES, 1985).

2.2.6.2 Resistência à ferrugem

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, nos primeiros 11 anos com a presença da ferrugem, duas diferentes raças do fungo foram detectadas (CARDOSO et al., 1981). Entretanto, o emprego das cultivares resistentes continua sendo uma opção importante no manejo da doença. Vale destacar que a maioria das cultivares melhoradas para resistir 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 - CIFC (VÁRZEA et al., 2002).

Entretanto, há diferentes níveis de suscetibilidade entre as cultivares de café. Por exemplo: a cultivar Mundo Novo, resultante do cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho de café Arábica, apresenta susceptibilidade à doença da

ferrugem do cafeeiro (SANTOS, 2005). A cultivar Catuaí, é resultante do cruzamento artificial de cafeeiros selecionados de Caturra Amarelo e Mundo Novo, sendo que e o cafeeiro Mundo Novo é mais suscetível que o Catuaí (SANTOS, 2005). Entretanto a cultivar Catuaí apresenta maior susceptibilidade à ferrugem do cafeeiro, quando comparada a outras cultivares de cafeeiro (SANTOS, 2005).

A cultivar Icatu Amarelo, é um híbrido resultante do cruzamento natural entre o Icatu Vermelho, a cultivar Mundo Novo e Bourbon Amarelo. O Icatu tem semelhança com o Mundo Novo na suscetibilidade à ferrugem do cafeeiro, mas sendo mais tolerante (SANTOS, 2005).

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, 830 m de altitude, no município de Uberlândia-MG, como mostra a Figura 3. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1999).

Para a realização do levantamento da ferrugem neste trabalho, foram selecionadas as cultivares Catuaí vermelho/15, Icatu Amarelo/3282 e Mundo Novo/379-19; sob sistema de irrigação por gotejamento, por apresentarem alta carga pendente na safra 2007/2008.

3.2 Manejo da irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, como mostra a Figura 1, com gotejadores autocompensantes, espaçados de 0,75 m 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 também foi utilizado para aplicações de fertilizantes, fungicidas e inseticidas, no decorrer do ciclo da cultura, de acordo com a necessidade.

Figura 1. Sistema de Irrigação por gotejamento do cafeeiro na Fazenda do Glória – UFU (TEIXEIRA, 2008).

Para a indução uniforme da floração do cafezal foi realizada a aplicação da irrigação de apenas 50% da evaporação da água do Tanque "Classe A" do(s) dia(s) anterior(es) nos meses de Julho e Agosto de 2007.

3.3 Manejo da adubação

Para a produção de café no ano agrícola 2007/2008 aplicou-se o correspondente a 450 kg ha^{-1} de uréia e 450 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, em 39 aplicações via fertirrigação, no período de Agosto de 2007 a Abril de 2008.

Além disto, o cafeeiro foi pulverizado com calda de micronutrientes nas seguintes porcentagens: 0,5 de sulfato se zinco, 0,5 de ácido bórico, 0,5 de uréia, 0,3 de sulfato manganoso, 0,3 de cloreto de potássio, 0,5 de cal hidratado e 0,5 espalhante adesivo. Esta calda foi aplicada para fornecimento de micronutrientes para o cafeeiro via foliar, sendo que a cal hidratada foi utilizada para fornecer cálcio e corrigir o pH da calda para próximo do neutro. A pulverização foi repetida cinco (5) vezes no período de setembro de 2007 a março de 2008.

3.4 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 (480 g L^{-1}), próximo às linhas de plantio, enquanto que nas entrelinhas dos cafeeiros, utilizou-se a roçadeira para controle do mato. Em novembro de 2006, houve uma aplicação de Ciproconazole + Thiamethoxam (Verdadero 600 WG), na dose de 1 kg ha^{-1}. Depois, em novembro de 2007, foi feita uma nova aplicação de Ciproconazole + Thiamethoxam (Verdadero 600 WG), também na dose de 1 kg ha^{-1}. As aplicações foram feitas via água de irrigação.

3.5 Coleta de dados climatológicos

Os dados climatológicos referente a temperatura e umidade relativa do ar, e precipitação foram coletados próximos a área do cafezal, na 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.

3.6 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, utilizando para avaliação da ferrugem do cafeeiro a escala diagramática proposta por Kushalappa e Chaves (1978). Neste diagrama são representadas folhas com 50 cm^2 (Figura 2), 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%.

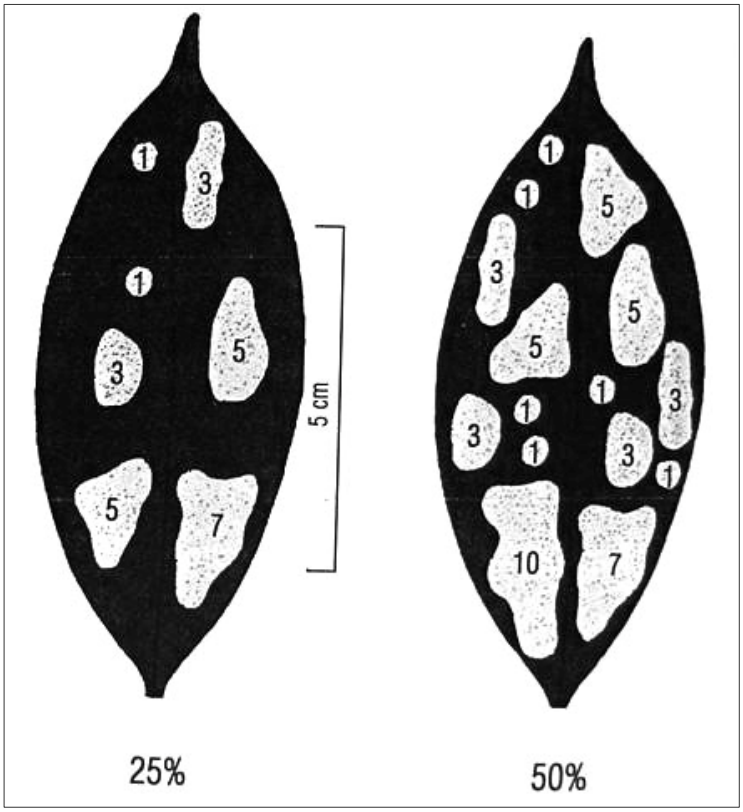
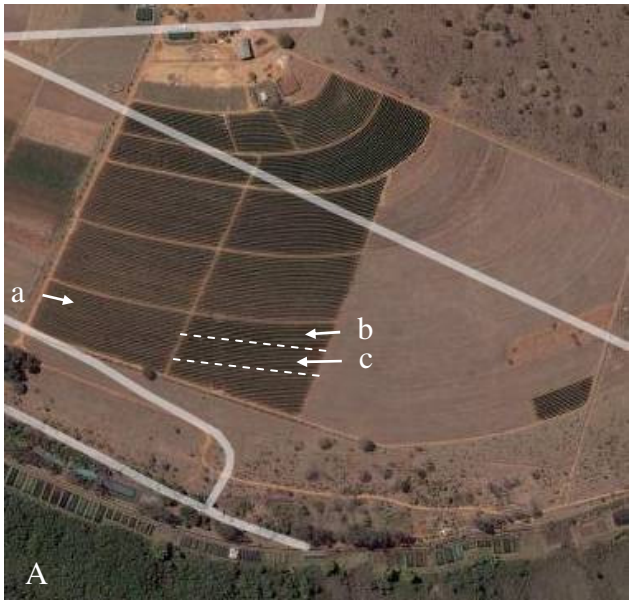


Figura 2. Diagrama de folhas do cafeeiro com diferentes tamanhos de pústula de ferrugem (KUSHALAPPA; CHAVES, 1978).

Para o levantamento da ocorrência da ferrugem foi realizada uma amostragem ao acaso, dividindo-se uma área homogênea da lavoura em nove e quatro sub-áreas (Figura 3), para coleta de amostras de folhas para análise temporal e espacial da ocorrência de ferrugem. A coleta de folhas também foi ao acaso, em dez plantas consecutivas, de um lado e de outro da rua do cafezal, sendo coletada uma folha por planta, no terceiro ou quarto par de folhas de um ramo localizado no terço inferior da planta, por ser o local onde há maior incidência da ferrugem, pois às condições favoráveis para a doença são mais comuns parte região da planta, por exemplo, molhamento foliar, como mostra a Figura 4.



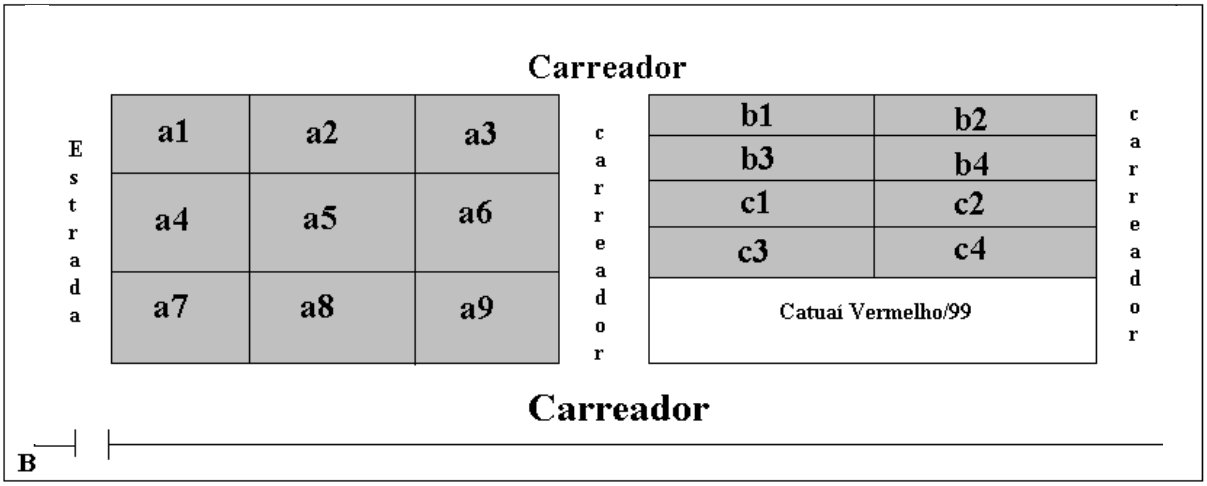


Figura 3. Localização e subdivisão do talhão de cada linhagem amostrada no cafezal da Fazenda Experimental do Gloria: (**A**) Imagem via satélite, (a, b, c) cafezal irrigado, sob sistema de irrigação por gotejamento. (Fonte: http://maps.google.com.br, 04/07/2008, 15:00h) (**B**) Detalhe da subdivisão da área de cada cultivar para a amostragem espacial das folhas do cafeeiro: (a_1 até a_9) Catuaí Vermelho/15; (b_1 até b_4) Icatú Amarelo/3282; (c_1 até c_4) Mundo Novo/379-19.

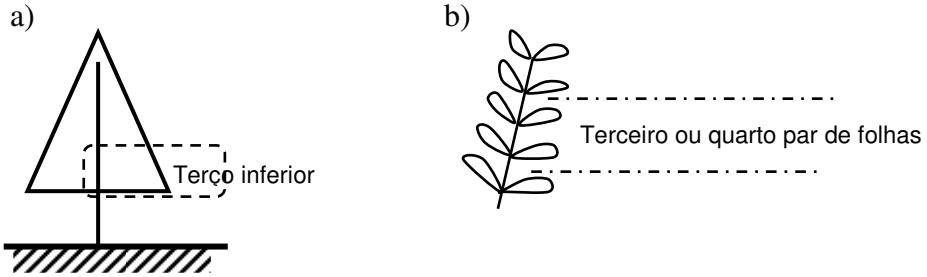


Figura 4. Esquema da localização do ponto de amostragem de folhas, ao acaso, (a) no terço inferior do cafeeiro e (b) no terceiro ou quarto par de folhas do ramo do cafeeiro. (Adaptado de FERNANDES, 2005).

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

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 uredósporos, com a temperatura ótima para essa germinação, que é de 22ºC, e médias entre 15,5ºC e 28ºC (Figura 5). Quanto à umidade relativa, sempre se manteve alta (Figura 6), em todos os meses do levantamento. As chuvas ocorreram de forma regular de setembro de 2007 à maio de 2008 (Figura 7), fato que contribui para a ocorrência da doença, pois, segundo Becker-Raterink (1979) as chuvas fortes e prolongadas eliminam parte do inóculo e parecem ter efeito negativo sobre a doença.

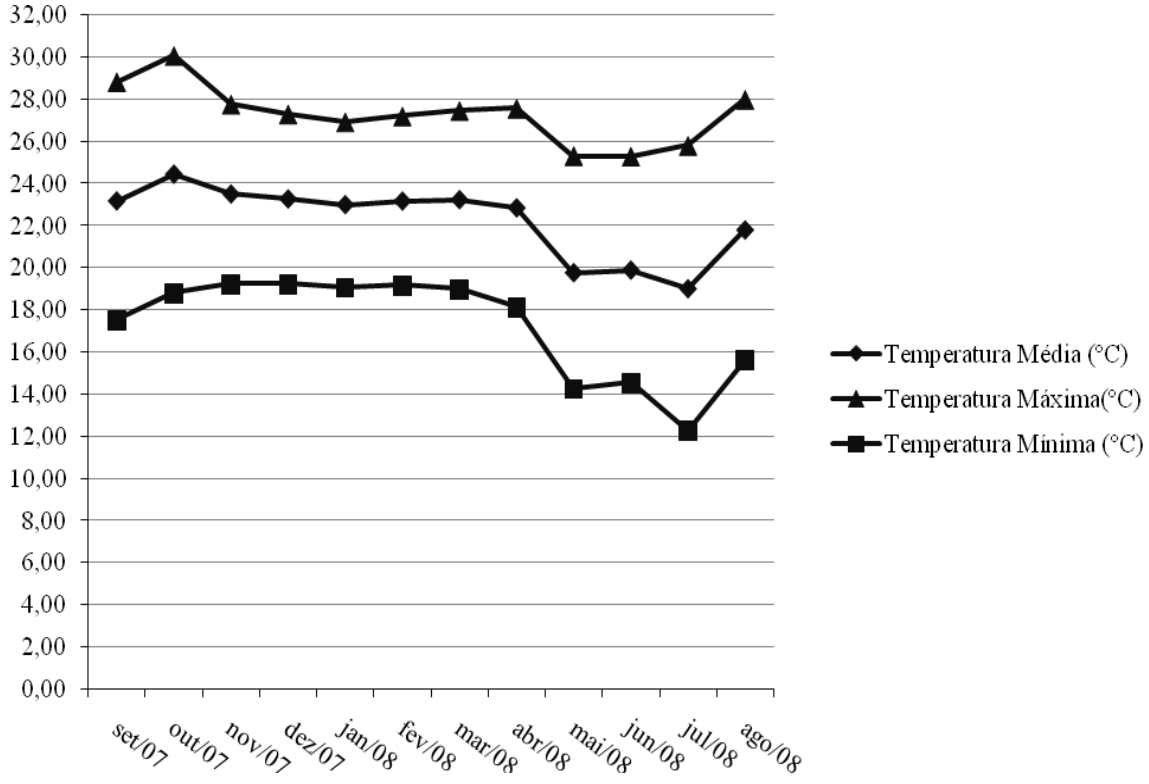


Figura 5. Temperatura média do ar, de setembro de 2007 á agosto de 2008, coletadas na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Experimental do Glória.

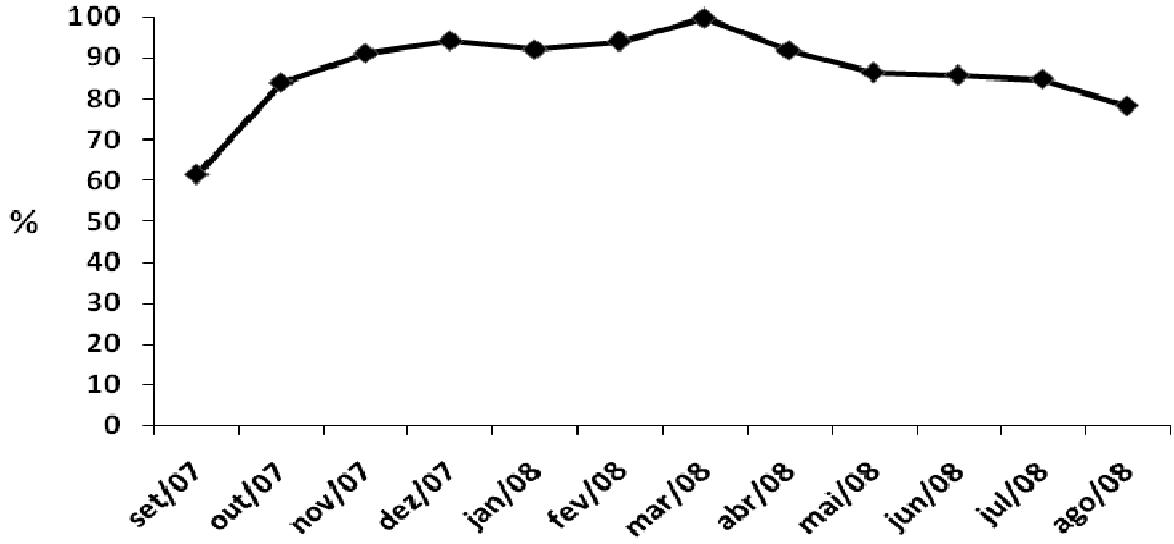


Figura 6. Umidade relativa do ar de setembro de 2007 à agosto de 2008, coletadas na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Experimental do Glória.

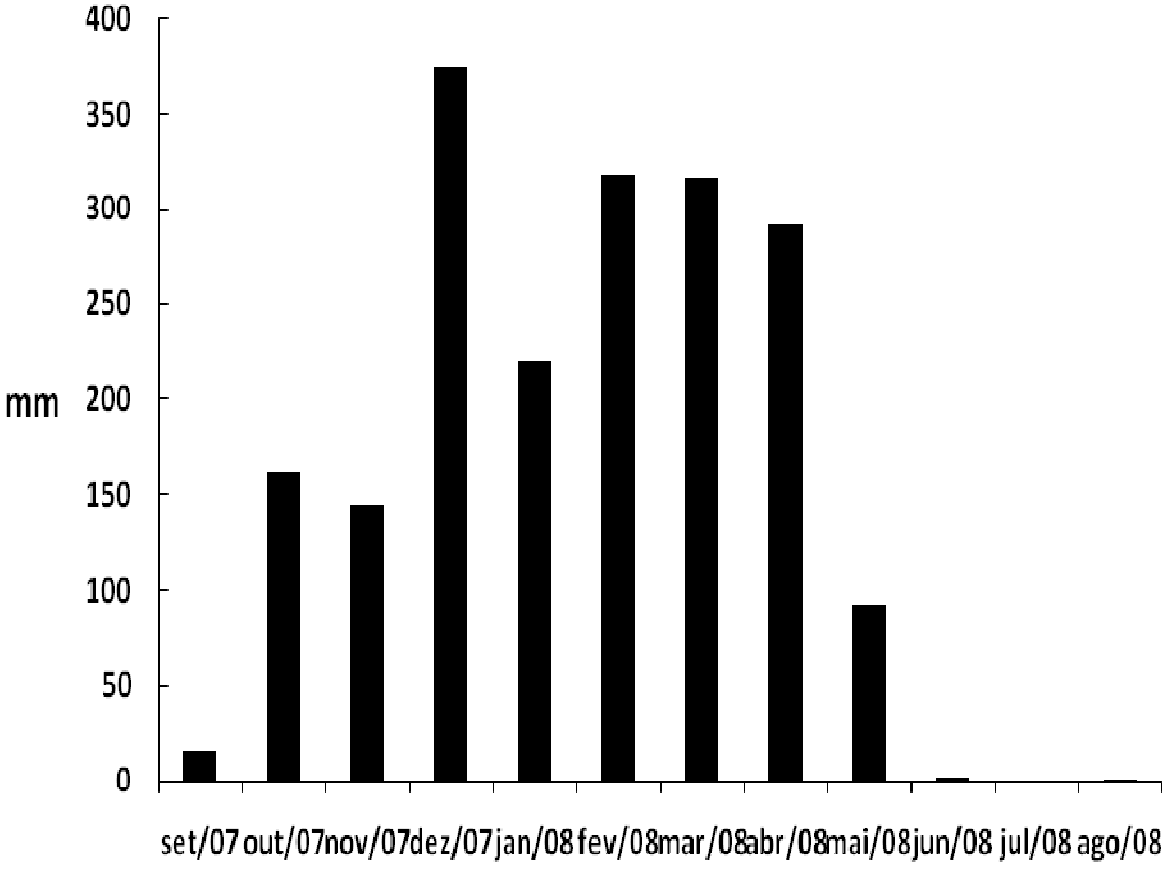


Figura 7. Precipitação de setembro de 2007 à agosto de 2008, coletadas na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Experimental do Glória.

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 parte região da planta com, 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.

Segundo Santos (2005), as cultivares Icatu amarelo/3282, Mundo Novo/379 – 19 e Catuaí Vermelho/15 utilizadas na avaliação são de alta produção, e são suscetíveis à ferrugem, portanto favorecem a ocorrência da doença. Além disto, as produtividades destas cultivares no ano de 2006, segundo Melo et al.(2006), foi de 75,26 sc ha^{-1} para a cultivar Catuaí Vermelho/15; 41,2 sc ha^{-1} para a cultivar Icatu amarelo/3282 e de 51,90 sc ha^{-1} para a cultivar Mundo Novo/379-19. Estes níveis de produtividade são elevados e tendem a contribuir para a ocorrência de ferrugem.

Considerando que as condições climáticas favoreceram a ocorrência da ferrugem do cafeeiro, pode-se inferir que outros fatores determinaram o manejo adequado da doença e resultaram nos dados coletados neste trabalho. Por exemplo: pode-se considerar que a incidência da ferrugem não foi favorecida 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. 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 e conferindo ao cafeeiro maior resistência em razão do aumento do seu vigor (GOMES et al., 2002; CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Outro aspecto a ser considerado é o controle químico, realizado em novembro de 2007, com ciproconazole + thiamethoxam, na dose de 1kg ha^{-1}. 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. Além disto, houve lembrar a aplicação de thiamethoxam e cyproconazole em novembro de 2006, pois, segundo Scarpellini (2004), o controle do fungo causador da ferrugem e do bicho-mineiro pode proporcionar resultados positivos de controle e um revigoramento da planta para a safra

seguinte. Assim, o controle feito na safra anterior e na safra de 2007/2008 contribuíram para a ausência de ocorrência da ferrugem na área do cafezal em estudo.

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; ESKES, 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, portanto é outro fator que colaborou para ausência de observação e pústulas de ferrugem no cafezal em estudo.

Segundo Marschner (1995), os nutrientes minerais exercem funções especificas no metabolismo vegetal, afetando, assim, seu crescimento e sua produção. Além disso, a nutrição mineral apresenta envolvimento secundário em termos das funções dos nutrientes no metabolismo vegetal, as quais podem aumentar ou reduzir a resistência das plantas aos patógenos. Assim, segundo HUBER (2002), pode-se afirmar que a adubação equilibrada do cafezal em estudo, feita de acordo com a produtividade esperada, propiciou uma melhor oportunidade para uma máxima supressão das doenças. E neste caso a calda usada na adubação foliar de micronutrientes, nestas proporções, se iguala a calda Viçosa, que é um fungicida protetor a base de cobre (CRUZ FILHO; CHAVES, 1985). Provendo assim uma proteção a mais contra a ferrugem do cafeeiro, além da nutrição de micronutrientes.

Além destes aspectos também pode ser considerado o isolamento da lavoura de café em estudo em relação a outras lavouras da mesma cultura, pois nas proximidades não existe outra lavoura de café e no Município de Uberlândia não existem muitas lavouras desta planta. Portanto, pode-se afirmar que a grande distância de fontes de inóculo de *Hemileia vastatrix* desfavorece a ocorrência de ferrugem na lavoura em estudo.

Portanto, considerando todos estes aspectos, pode-se afirmar que o manejo da doença com fungicidas, aliado ao uso do sistema de irrigação localizado, ao não adensamento do cafezal, ao isolamento desta lavoura em relação a outras da mesma cultura, á adubação realizada, e ao controle de bicho mineiro, são os fatores que podem explicar a ausência de ocorrência de ferrugem neste cafezal na safra 2007/2008.

5 CONCLUSÕES

Não houve incidência de ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. e Br.), nas cultivares de cafeeiros Icatu amarelo/3282, Mundo Novo/379-19 e Catuaí Vermelho/15, cultivado sob o sistema de irrigação, na safra de 2007/2008.

O controle químico com ciproconazole + thiamethoxam e a pulverização de sulfato de cobre na calda de micronutrientes, associado ao sistema de irrigação localizada, ao plantio não adensado, á grande distância de fontes de inoculo de *Hemileia vastatrix*, e ao manejo da nutrição e da irrigação da cultura na safra 2007/2008 foram eficientes para o controle da ferrugem.

REFERÊNCIAS

ACUÑA, R.S. **Epidemiologia e controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk e Br.) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** 1996, 140 f. Dissertação (Doutortado em Agronomia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

ACUNÃ, R.S.; 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.

AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2001.

AGRIOS, G. M. Environmental factors that cause plant disease. In:_____. **Plant pathology**. 4 ed. London: Academic Press, 1997, p. 225- 242.

BECKER-RATERINK, S. **La propagación de la roya del cafeto**. Eschborn: Deutche 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, São Paulo: Agronômica CERES, 1995, p. 774.

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*. 1981, p. 93. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

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.

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: J. Wiley, 1990. 532 p.

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. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS 12º; **Anais...** Caxambu, IBC/GERCA. 1981. p. 126-127.

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

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

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

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

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

CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G.M. Calda viçosa no controle da ferrugem do cafeeiro. (Informe técnico, 51), Viçosa, UFV, 1985. 22 p.

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

ESKES, A.B.; CARVALHO, A. Variation for incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in *Coffea arabica*. **Study Circle of Plant Breeding**, Wageningen, v. 32; p. 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: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9º. **Anais...** São Lourenço. 1981.

FERNANDES, J.J. **Sistema de Previsão de Doenças**. (Anotações de aula) 2005, p. 4.

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.). **Manual de Fitopatologia**: doenças de plantas cultivadas. 3 Ed, v.2, São Paulo: Ceres. 1997, 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, 28º, 2002, Caxambu, MG, **Anais...** Rio de Janeiro, MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 222-224.

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.

HUBER, D. M. Relationship between mineral nutrion of plants and disease incience. In: WORKSHOP – RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS E INCIDENCIA DE DOENÇAS. Piracicaba: Potafos, 08 e 09/05/2002, **Anais e vídeo**..., CD-ROM – vídeo 01, 2002.

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.

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

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

LARGE, E.C. **The Advance of Fungi**. New York. Dover Publications Inc, 1940, 720 p.

MANSK, Z.; 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: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11º. **Anais...** Londrina. p. 128-130. 1984.

MANTOVANI, E. C. Irrigação do cafeeiro**.** In: ZAMBOLIM,v. 1. **Café - Produtividade, Qualidade e Sustentabilidade**. Viçosa:UFV, 2000, p.263-290.

MARIOTTO, P.R.; GERALDO, C.J.R.; SILVEIRA, A.P.; ARRUDA, H.V.; FIGUEIREDO, P.; BRAGA, J.B.R. Efeito da produção sobre a incidência da ferrugem no cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2º. **Anais...** Rio de Janeiro. 1974, p. 225-242.

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

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

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. **Anais...**, MAA/PROCAFÉ, 1999, p.11-12.

MELO, B. de ; MARCUZZO, K. V. ; TEODORO, R. E. F. ; CARVALHO, H. P. ; SEVERINO, G. M. Comportamento de linhagens de cafeeiro recomendadas para a região do cerrado, submetidas à irrigação, nas condições do município de Uberlândia, MG. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 305, p. 14-18, 2006.

MIRANDA, J.M.; PERECIN, D.; PEREIRA, A.A. Produtividade e resistência à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) de progênies F_5 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. 50 p.

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).** 198, 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

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 leaf rust. **Proceedings Academy of the National Science**, London, v. 16, n. 4, p.606-624, 1970.

ORTOLANI, A.A. **Contribuição ao estudo ecológico da ferrugem do cafeeiro em diferentes populações de *Coffea arabica* L. na região de Pindorama**.1973, 91 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal de São Paulo. São Paulo.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Mecanismos bioquímicos de resistência a doenças. **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo Fundo, 1994. v. 2, p. 1-52, 1994.

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

POZZA, E. A.;POZZA, A. A. A. Manejo de doenças de plantas com macro e micro nutrientes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 52-54, Agosto 2003.

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

RESENDE, M. L. V.; CARVALHO, E. M. de. Fisiologia do parasitismo na pós-colheita: mecanismo de defesa do tecido vegetal. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2º, 2002, Lavras. **Palestras expandidas...** Larvas: UFLA-FAEPE, 2002. p. 113 – 138.

REVISTA CAFEICULTURA. **Perfil do agronegócio cafés do Brasil** , 15/05/2008. Disponível: http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=15770. Acesso em: 25/08/2008.

SANTOS F.J.C. **Origem e características das cultivares de café**. Embrapa Café / Epamig. Patrocínio, 2005. Fonte: http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=3696. Acesso em: 25/09/2008.

SCALOPPI, E. D. Características dos principais sistemas de irrigação. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, v. 25, p. 22-27, 1986.

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

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 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de Lavras, Lavras.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Ed. 3. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TALAMINI, V. **Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffeae arabica* L.) irrigado e fertirrigado por gotejamento.** 1999, 89 f. (Dissertação de Mestrado). Lavras. Universidade Federal de Lavras.

TEIXEIRA, I. **Levantamento da Ocorrência da Ferrugem em Lavoura Cafeeira na Região de Uberlândia-MG, Sfra 2007/2008.** 2008, 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Curso de Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia.

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.

VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. Influência da temperatura e da umidade nas epidemias de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 149-207, 1996.

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.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. **Princípios de Fitopatologia**. ABEAS - Curso de Proteção de Plantas - módulo 5. Brasília, DF. 1999, 86 p.

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.; VALE, F.X.R.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Controle de doenças de plantas:** grandes culturas. Viçosa: Editora UFV, v. 2, p. 83-179, 1997.