

# **Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho**

## **Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura**

**Patrícia Daniele Bócoli**

**Avaliação e análise da incidência de ferrugem do cafeeiro  
(*Hemileia vastatrix*) em 8 cultivares comerciais no município de  
Muzambinho.**

---

Muzambinho  
2008

# **Patrícia Daniele Bócoli**

## **Avaliação e análise da incidência de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) em 8 cultivares comerciais no município de Muzambinho.**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado a EAFMuz, como parte das exigências do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, para obtenção de grau de Tecnólogo em cafeicultura.

Orientadora: Prof Msc Anna Lygia de Rezende Maciel

MUZAMBINHO  
2008

## **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**HELIO GALLO ROCHA**

---

**ANNA LYGIA DE REZENDE MACIEL**

---

**ALESSANDRA DE LIMA SANDY**

**Muzambinho, 18 de junho de 2008**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta monografia a minha família pela fé e confiança demonstrada

Aos meus amigos pelo apoio incondicional, nos momentos difíceis

Aos professores pelo simples fato de estarem dispostos a ensinar

A orientadora pela paciência demonstrada no decorrer deste trabalho

Enfim a todos que de alguma forma tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido

## Agradecimentos

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar realizando este trabalho

A minha família, pelo incentivo e colaboração, principalmente nos momentos de dificuldade.

A orientadora por estar sempre disposta a ajudar

Agradeço aos meus colegas pelas palavras amigas nas horas difíceis, pela companhia nas horas de folga, pelo auxílio nos trabalhos e dificuldades e principalmente por estarem comigo nesta caminhada tornando-a mais fácil e agradável de ser percorrida.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- folhas com lesões ativas da ferrugem e detalhe de pústula com esporos, aspecto pulverulento e lesão velha com esporulação nas margens.....	22
FIGURA 2- folha com grande número de lesões pequenas, e com uma única lesão grande, que se desenvolveu como provável controle da ferrugem.....	22
FIGURA 3- ramo com folhas altamente atacadas pela ferrugem, tanto na parte inferior quanto na parte superior da folha.....	22
FIGURA 4- desfolha provocada nos ramos, pela ferrugem e detalhe de ramo com frutos passando de verde para secos por efeito da desfolha precoce.....	23
FIGURA 5- urediósforo germinando, seguido de penetração da hifa pelo estômato da folha, um conjunto de esporos produzidos pela pústula e o hiperparasitismo por <i>V. pslliotae</i> .....	24
FIGURA 6 cultivar acaiá cerrado.....	44
FIGURA 7 fruto da cultivar acaiá cerrado .....	44
FIGURA 8 cultivar rubi, com 4 anos de idade .....	45
FIGURA 9 detalhe do fruto da cultivar rubi.....	45
FIGURA 10- cafeeiro topázio, com frutos maduros .....	46
FIGURA 11 cafeeiro topázio, planta bem enfolhada.....	46
FIGURA 12- cafeeiro paraíso.....	47
FIGURA 13- detalhe do fruto do cafeeiro paraíso.....	47
FIGURA 14- cultivar bourbon .....	47
FIGURA 15- baixa produção e poucas folha.....	47
FIGURA 16- vista geral da planta .....	48
FIGURA 17- detalhe do fruto do cafeeiro catuaí.....	48
FIGURA 18- detalhe do fruto, alta carga pendente.....	49
FIGURA 19- cultivar catucaí amarelo.....	49
FIGURA 20- cultivar catucaí vermelho.....	49
FIGURA 21- detalhe do fruto, alta carga pendente.....	49

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1: Mostra a estimativa de produção em litros por planta e sacas por hectare das cultivares utilizadas no experimento.....	53
TABELA 2: Mostra os resultados dos monitoramentos nos meses de março e abril.....	54

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Média de temperatura e pluviosidade no mês de março.....	52
GRÁFICO 2- Média de temperatura e pluviosidade no mês de abril.....	53
GRÁFICO 3 - % de infestação de ferrugem na cultivar rubi.....	54
GRÁFICO 4 - % de ferrugem na cultivar catucaí amarelo.....	55
GRÁFICO 5 - % de ferrugem na cultivar topázio.....	56
GRÁFICO 6 - % de ferrugem na cultivar paraíso.....	56
GRÁFICO 7 - % de ferrugem na cultivar catuaí.....	57
GRÁFICO 8 - % de ferrugem na cultivar bourbon.....	58.
GRÁFICO 9 - % de ferrugem na cultivar catucaí vermelho.....	58
GRÁFICO 10 - % de ferrugem na cultivar acaíá cerrado.....	59
GRÁFICO 11- Média de todas as infestações no período do experimento.....	59
GRÁFICO 12- visão geral dos 4 monitoramentos, realizados.....	60

## ANEXOS

ANEXO 1 - Temperatura e pluviosidade do mês de marco.....	68
ANEXO 2- temperatura e pluviosidade do mês de abril.....	69
ANEXO 3 - Analise Foliar.....	70
ANEXO 4 – análise de solo.....	72
ANEXO 5 - Interpretação da Analise de Solo.....	74
ANEXO 6 - Dris- Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação de todas as cultivares utilizadas.....	75

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 Histórico.....	15
1.2 Classificação botânica do café.....	16
1.2.1 <i>Coffea arabica</i> .....	17
1.2.2 Exigências climáticas.....	17
<b>2 FERRUGEM DO CAFEIEIRO</b> .....	19
2.1 Ferrugem do cafeeiro- histórico.....	19
2.2 Origem e distribuição geográfica.....	19
2.2.1 Ocorrência no Brasil.....	20
2.3 Sintomatologia.....	21
2.4 Etiologia.....	23
2.5 Morfologia e histopatologia.....	23
2.6 Ciclo de vida.....	25
2.7 Influência dos fatores climáticos na severidade da ferrugem.....	25
2.7.1 Temperatura, chuva e água líquida.....	26
2.8 Influência do espaçamento na infestação de <i>Hemileia vastatrix</i> no cafeeiro.....	26
2.9 Disseminação.....	27
2.10 Evolução estacional da ferrugem e interação com o cafeeiro.....	28
<b>3 RESISTENCIA DO CAFEIEIRO A HEMILEIA VASTATRIX</b> .....	30
3.1 Variabilidade em <i>Hemileia vastatrix</i> .....	30
3.1.1 Raças fisiológicas.....	30
3.1.2 Formação de novas raças fisiológicas.....	30
3.2 Mecanismos de resistência do cafeeiro a <i>Hemileia vastatrix</i> .....	31
3.3 Tipos de resistência à ferrugem.....	32
3.4 Obtenção de cultivares resistentes.....	34
3.5 Sistema de previsão.....	35
<b>4 CONTROLE DA FERRUGEM</b> .....	37
4.1 Controle natural.....	37
4.2 Controle químico da ferrugem.....	37
4.3 A importância da época de execução.....	39
4.4 Fungicidas cúpricos.....	40
4.5 Fungicidas sistêmicos.....	41

<b>5 CULTIVARES SELECIONADAS PARA O EXPERIMENTO.....</b>	<b>43</b>
5.1 Acaiá cerrado MG 1474.....	43
5.2 Rubi MG 1192.....	44
5.3 Topázio MG 1190.....	45
5.4 Paraíso MG H 419-1.....	46
5.5 Bourbon.....	47
5.6 Catuaí vermelho 144.....	48
5.7 Catucaí vermelho e catucaí amarelo.....	48
<b>6 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>50</b>
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>52</b>
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>61</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>62</b>
<b>10 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>67</b>

BOCOLI, Patrícia Daniele. Avaliação e análise da incidência de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) em 8 cultivares comerciais no município de Muzambinho. 2008 P.78 Trabalho de conclusão de curso (monografia). Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, MG, 2008

## RESUMO

Avaliou-se o progresso da ferrugem em cafeeiros na Escola Agrotécnica de Muzambinho, município de Muzambinho, MG, entre Março e Abril de 2008. As lavouras, que são vizinhas, encontravam-se sob condições similares de clima, solo, relevo e adubação e eram formadas por cafeeiros de diferentes cultivares, resistentes e suscetíveis ao ataque da doença, sendo eles: Acaiaí Cerrado, Bourbon amarelo, Catuaí, Catucaí Amarelo, Catucaí Vermelho, Paraíso, Rubi e Topázio com quatro anos e espaçamento de 2,20 x 0,80m. O objetivo do trabalho foi avaliar a incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) nos diferentes cultivares já citados e analisar quais as melhores cultivares. A doença foi mais intensa no cultivar acaiaí cerrado, e as cultivares que apresentaram menores índices de infecção foram paraíso e catucaí vermelho. Ao analisarmos também a produção os resultados foram os seguintes. A cultivar acaiaí cerrado além de apresentar produção menor sofreu com a ferrugem, seguida da cultivar bourbon que apresentou os maiores índices de infecção por *Hemileia vastatrix*, com boa produção. As cultivares catucaí amarelo e vermelho (resistentes a ferrugem) e catuaí vermelho que apresentaram boas produções médias e pouca infestação da doença podem, portanto, serem consideradas como as melhores cultivares.

**Palavras – chave:** café, ferrugem do cafeeiro, cultivares, resistência, produção.

## ABSTRACT

BOCOLI, Patrícia Daniele. Evaluation and analysis of the incidence of coffee plant rust (*Hemileia vastatrix*) on 8 commercial varieties at Muzambinho. 2008 P.78. Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, 2008.

The progress of the rusty was evaluated in coffee plants at Escola Agrotécnica de Muzambinho, Muzambinho, MG, between March and April, 2008. The crops, which are neighbors, were under similar conditions regarding climate, soil, topography and application of fertilizers; and are formed by different varieties, some resistant and some susceptible to the attack of the illness, namely: Acaiaá Cerrado, Bourbon Amarelo, Catuaí, Catucaí Amarelo, Catucaí Vermelho, Paraíso, Rubi and Topázio, four years old and spacing of 2.20 x 0.80 m. The goal of the study was to evaluate the incidence of rust ( *Hemileia vastatrix* ) on the different varieties mentioned and analyze which are the best varieties. The illness was stronger on the variety Acaiaá Cerrado, and the varieties with lower incidence rates were Paraíso and Catucaí Vermelho. The results for the production analysis follow. The variety Acaiaá Cerrado, in addition to a lower production, suffered with the rust, followed by the Bourbon variety, with the highest rates of infection by the *Hemileia vastatrix*, with a good production. The Catucaí Amarelo and Catucaí Vermelho (rust-resistant) and Catuaí Vermelho presented better average production and lower infection by the illness, thus being considered the best varieties.

**Key- words:** coffee, rust coffee, varieties, resistant, production.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro (*Coffea arabica*) se destaca como uma cultura milenar envaidecida de grandes histórias sendo amplamente difundida no Brasil e que contribui de maneira significativa como a principal atividade agrícola de inúmeros produtores. No mundo faz parte dos agronegócios que movimentam milhões de dólares nas cotações comerciais. Este pequeno grão sempre despertou interesse sobre aqueles que o degustam ou nele tomam conhecimento.

A produção nacional é afetada por fatores diversos. Dentre eles, as doenças da parte aérea de origem fúngica, como a ferrugem (*Hemileia vastatrix*), que é uma das doenças mais importante desta cultura. Esta doença ocorre em todas as regiões produtoras do café no Brasil, América Central e América do Norte.

A ocorrência e desenvolvimento da ferrugem depende, além da presença de patógeno virulento e hospedeiro suscetível, de condições climáticas favoráveis, como temperatura, umidade (umidade relativa, molhamento foliar), vento, luz e radiação são os principais fatores meteorológicos envolvidos no processo de ocorrência e desenvolvimento dessa doença. A ação da ferrugem provoca queda precoce das folhas e a secagem dos ramos, que, em consequência disso, não produzirão frutos no ano seguinte. A ocorrência da ferrugem está sempre relacionada à queda na produtividade das safras seguintes. Os prejuízos provocados pela doença podem ser representados por quedas de aproximadamente 35% a 40% na produtividade (GARÇON et al., 2000). Em média, estimam-se prejuízos de 20% na produção, além de redução da vida útil dos cafeeiros, devido à queda intensa de folhas.

Apesar dos grandes avanços ocorridos no controle químico dessa doença, o uso de resistência genética ao patógeno constitui-se ainda na estratégia mais fácil e econômica para evitar ou diminuir os prejuízos causados ao cafeeiro. O controle desta doença demanda de alto gasto com fungicidas, para se manter a produtividade.

As instituições de pesquisa têm desenvolvido material genético que, não só atendem a necessidade de resistência a ferrugem, mas também apresentam características de alta produtividade, adaptabilidade a plantios adensados, baixo custo de produção, além de resistência a outras doenças.

Para Matiello et al (2001), os novos materiais genéticos de cafeeiros em desenvolvimento para resistência a ferrugem devem associar essa resistência a boa produtividade e vigor de plantas.

Neste contexto o presente trabalho teve por objetivo avaliar a incidência de ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro em diferentes cultivares. Analisando o comportamento das cultivares bem como avaliando se as cultivares tidas como resistentes estão apresentando características eficientes, protegendo a planta contra o patógeno, para assim poder indicar cultivares, que aliem produtividade e boa adaptabilidade ao fungo, para o plantio na região.

## 1.1 HISTÓRICO

A planta do café é originária da Etiópia, centro da África, onde ainda faz parte da vegetação natural. Foi à Arábia a responsável pela propagação do café. O nome do café é originário da palavra árabe qahwa, que significa vinho. Por este motivo o café era conhecido como “vinho da Arábia” quando chegou a Europa no século XIV.

Segundo os manuscritos antigos a cultura do café data de 575 no Yemen, onde era consumido *in natura*. A antiga lenda do pastor Kaldi, que viveu na Absínia, hoje Etiópia, há cerca de 1000 anos, conta que o pastor ao observar suas cabras, notou que elas ficavam alegres e saltitantes e que esta energia se manifestava sempre que mastigavam os frutos de coloração amarelo-avermelhados dos arbustos existentes em alguns campos de pastoreio. Vendo tais efeitos Kaldi comentou o comportamento dos animais com um monge da região, que decidiu experimentar o poder dos frutos. No monastério, os monges começaram a utilizar o fruto na forma de infusão, percebendo que a bebida o ajudava a resistir ao sono enquanto orava ou lia durante longas horas. Esta descoberta espalhou-se rapidamente entre os monastérios, criando uma demanda da bebida.

O hábito de tomar café foi desenvolvido na cultura árabe. No início o café era conhecido apenas por suas propriedades estimulantes e a fruta era consumida fresca. Com o tempo começou a ser macerado e misturado a gordura animal para facilitar seu consumo durante as viagens. Em 1000 d. C; os árabes começaram a preparar uma infusão com as cerejas, fervendo-as em água. A difusão da bebida foi rápida. O café passou a fazer parte do dia-a-dia dos árabes sendo que, em 1475, até foi promulgada uma lei permitindo a mulher pedir o divórcio, se o marido fosse incapaz de lhe prover uma quantidade diária da bebida.

O café tornou-se de grande importância para os árabes, que tinham completo controle sobre o cultivo e preparação da bebida. Na época o café era um produto guardado a sete chaves pelos árabes. Era proibido que estrangeiros se aproximassem das plantações, e os

árabes protegiam as mudas com as próprias vidas. A semente de café fora do pergaminho não brota, portanto, somente nessas condições as sementes podiam deixar o país.

A partir de 1615 o café começou a ser saboreado no Continente Europeu. Até o século XVII, somente os árabes produziram café. Alemães, franceses e italianos procuravam desesperadamente uma maneira de desenvolver o plantio em suas colônias. Mas foram os holandeses que conseguiram as primeiras mudas e as cultivaram nas estufas do jardim botânico de Amsterdã, fato que tornou a bebida uma das mais consumidas no velho continente, passando a fazer parte definitiva dos hábitos dos europeus. Com essas plantas os holandeses iniciaram em 1699 os plantios em Java.

Com a experiência holandesa e francesa, o cultivo do café foi levado para outras colônias européias. O mercado consumidor europeu propiciou a expansão do plantio de café para países africanos e sua chegada ao novo mundo, e foi por meio das Guianas que chegou ao norte do Brasil. Desta maneira, o segredo dos árabes se espalhou por todo o mundo. No século XVI, na Pérsia, os primeiros grãos de café foram torrados para se transformar na bebida que hoje conhecemos.

As cafeterias se desenvolveram na Europa durante o século XVII, onde durante as tardes os jovens se reuniam; as cafeterias também tornaram-se famosas também no oriente pelo luxo e suntuosidade e pelos encontros entre comerciantes, para discussão de negócios ou lazer.

Apesar da preferência, as formas de consumo do café são as mais diversas país a país. Na França, por exemplo, o café é bebido juntamente com a chicória, já na Áustria pode-se beber o produto juntamente com figos secos, sendo que em Viena, a principal capital do país, é uma tradição o oferecimento de bolos e doces para acompanhar o café com chantilly e na Bélgica o produto é servido com um pequeno pedaço de chocolate, colocado no interior da xícara, que se derrete quando entra em contato com o café.

Esta pequena semente de grande historia faz parte da uma grande cadeia de produção e é sem duvida a bebida mais popular do planeta.

## **1.2 Classificação botânica do café**

O cafeeiro é uma planta perene, dicotiledônea, de porte arbustivo ou arbóreo, de caule lenhoso, folhas persistentes e flores hermafroditas, pertencente ao gênero *Coffea* que,

juntamente com o gênero *Psilanthus*, forma a subtribo *Coffeinae*, tribo *Coffeae*, família *Rubiaceae*.

As espécies do gênero *Coffea*, de acordo com Chevalier, foram agrupadas nas seções, *Eucoffea*, *Mascarocoffea*, *Argocoffea* e *Paracoffea* com 24, 18, 11 e 13 espécies respectivamente. A seção *Eucoffea* é a mais importante, pois encerra as espécies mais cultivadas nos grandes centros produtores de café. Dentre as sub-seções a mais importante é a *Erythrocoffea* que compreende: *C.arabica*, *C. canephora*, *C. congensis*, etc.

### **1.2.1 *Coffea arábica***

A espécie *C. arábica* é de grande significação econômica para as regiões que a cultivam, especialmente as Américas, uma vez que seu produto é de qualidade superior (aroma e sabor mais apreciados no mundo inteiro), e de maior aceitação em todos os mercados consumidores. Atualmente 75% da produção mundial exportável de café se deve a esta espécie e 25% a *C. canephora*, aproximadamente.

Originária das regiões montanhosas, entre 1000 e 2000 metros de altitude, é uma espécie tetraplóide com  $2n= 44$  cromossomos, auto-fertil, apresentando de 7 a 15% de fecundação cruzada, devido a insetos ventos e outros agentes.

As grandes lavouras formaram-se com sementes do café “Nacional” ou “comum” derivadas em grande parte, da primeira introdução de café no Brasil. A partir daí foram introduzidos cultivares como Bourbon, Sumatra entre outros que deram origem as atuais cultivares utilizadas no país.

### **1.2.2 Exigências climáticas**

O cafeeiro (*Coffea arabica*) é uma planta tropical de altitude, adaptada ao clima úmido com temperaturas amenas. As exigências térmicas podem ser definidas dentro dos seguintes limites: entre 18°C a 23° C. Precipitações anuais acima de 1200 mm indicam condições satisfatórias para cultivo. Suporta deficiência hídrica de ate 150mm anuais, desde que não se prolongue alem do mês de setembro.

A deficiência hídrica afeta menos a cafeicultura quando os solos são profundos, bem drenados e de boas condições físicas, permitindo armazenar o máximo de reserva hídrica

disponível na zona das raízes, que podem ultrapassar 4 metros de profundidade; nestas condições o cafeeiro suporta cerca de 200mm de deficiência hídrica de junho a setembro.

## **2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Ferrugem do cafeeiro – histórico**

A ferrugem do cafeeiro, causada por *Hemileia vastatrix* Berk ET Br; foi constatada na America do Sul pela primeira vez no Brasil, no estado da Bahia, em janeiro de 1970, e é considerada a principal doença da cultura, ocasionando decréscimos de produção que variam de 35 a 50% dependendo da susceptibilidade do cultivar, da altitude, da temperatura, do regime de chuvas, da carga pendente de frutos na planta e do estado nutricional.

Os principais danos causados pela ferrugem são a queda precoce das folhas e a seca de ramos, havendo correlação negativa entre a intensidade de ataque e a produção no ano seguinte; o que torna gradativamente antieconômica a atividade (ZAMBOLIM et al; 1997).

O conhecimento dos fatores que afetam a epidemiologia da ferrugem é de grande importância, uma vez que condicionam a disseminação da doença, sua incidência e severidade. Em muitos casos, as condições epidemiológicas são específicas para cada região e o estudo do patógeno pode auxiliar na compreensão da ocorrência de epidemias, na avaliação do potencial do inoculo, e, permitir a aplicação de medidas de controle adequadas (MONTROYA e CHAVES, 1974). Três fatores interagem e determinam a severidade da doença nos locais onde a temperatura é fator limitante: distribuição e intensidade de chuvas, o grau de enfolhamento das plantas e a carga pendente; e a quantidade de inóculo residual presente, no final da estação seca.

O controle da ferrugem envolve principalmente o princípio da proteção e terapia, preventivamente com fungicidas de contato, sendo os cúpricos os mais efetivos, ou pelo emprego de fungicidas sistêmicos, via solo e, ou pulverização foliar formulados com inseticidas sistêmicos ou separadamente (ZAMBOLIM et al, 1997). Entretanto, o controle por meio de plantio de cultivares resistentes a ferrugem é viável, tendo-se em vista que, nos últimos anos, inúmeras cultivares foram colocadas a disposição dos produtores (FONTES, 2002), visando à dispensa total ou parcial do controle químico e a substituição dos cultivares tradicionais altamente suscetíveis.

### **2.2 Origem e distribuição geográfica**

O centro de origem do café é a Etiópia (Noroeste da África). Além dos centros de origem, existem os centros de diversidade, que são regiões onde a espécie foi domesticada, que podem ou não corresponder aos centros de origem (CAMARGO e BERGAMIM, 1995). Acredita-se que a ferrugem provavelmente tenha se originado da Etiópia. A literatura registra que, em 1861, a ferrugem foi constatada pela primeira vez por um explorador inglês, na região do Lago Vitória, na costa da Província de Nyanza, região leste da África, em cafeeiros silvestres (Wellman, 1955 apud Zambolim, 2002).

O gênero *Hemileia* (Uredinales, Pucciniaceae) foi criado por Broom (1869) baseado nos uredósporos reniformes da ferrugem-do-cafeeiro (RODRIGUES JR; 1990). Em 1969, o micologista Reverendo M. J. Berkeley descreveu e nomeou o fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. em cafezais no Ceilão (atual Sri Lanka), onde o patógeno era associado à queda prematura de folhas em uma área de cerca de 1 ha.

Em 1880, Henry Marshall Ward chegou ao Ceilão com o objetivo de desvendar o ciclo do fungo da ferrugem do café; com suas observações, passou a estudar a efetividade da pulverização em plantas atacadas com uma mistura a base de enxofre. Depois de a doença ser detectada no Ceilão, em 1869, propagou-se para a Índia e daí para Sumatra (1876), Java (1878) e para outros países do Sudeste asiático. Na década de 80, alcançou o continente africano. O patógeno veio invadindo países destes dois continentes, mas somente em 1966 foi detectado no oeste da África (RODRIGUES JR; 1990). A *Hemileia vastatrix* chegou ao continente americano (Brasil) em 1970 e desde então, disseminou-se rapidamente para outros países produtores de café (RODRIGUES JR; 1990).

### **2.2.1 Ocorrência no Brasil**

Na América tropical, a produção de café concentrou-se no Brasil e na Colômbia, devido ao fato de o fungo *H.vastatrix* ter sido controlado por medidas quarentenárias durante algumas décadas.

No Brasil, a quarentena teve sucesso por cerca de 100 anos, mas em 17 de janeiro de 1970, o fungo foi descrito no Brasil, pelo fitopatologista Arnaldo Gomes Medeiros, no município de Aurelino Leal, estado da Bahia (CHAVES et al; 1970). No ano seguinte, foi constatado em São Paulo e no Paraná, chegando rapidamente às demais lavouras de café do país, devido à disseminação a longa distância pelo vento (SILVA e JUNIOR, 2000).

Não se sabe ao certo como o fungo chegou ao Brasil. Entretanto, movimentos de uredósporos de *H.vastatrix* oriundos de plantações do leste da África para o Brasil é a teoria mais provável. Os esporos podem ter sido veiculados pelo vento, bagagens, pessoas, plantas ou aviões.

### 2.3 Sintomatologia

A ferrugem-do-cafeeiro é uma doença foliar e os sintomas do fungo podem ser observados na face abaxial do limbo foliar. Inicialmente causa manchas cloróticas translúcidas com 1-3 cm de diâmetro. Em poucos dias, as manchas se desenvolvem , atingindo 1 cm ou mais, onde percebem-se pústulas alaranjadas formadas por uredósporos.

A formação de pústulas distingue esta ferrugem, *H.vastatrix* da espécie descrita como *H.caffeicola*. e Rogers, de menor importância e de ocorrência restrita à África central em variedades de *coffea arabica*. A parte superior das folhas infectadas corresponde à área das pústulas que torna-se clorótica e com o passar do tempo necrótica, formando-se limites dos uredósporos na face inferior, devido a diminuição na esporulação, com esporos mais claros, de menor viabilidade.

Em regiões onde predomina alta umidade relativa e nos cafezais sombreados, podem ser notados sinais do fungo hiperparasita *Verticillium hemileiae* Bour. Colonizando urédias de *Hemileia vastatrix*. Em estádios avançados de desenvolvimento, a maior parte da área afetada torna-se necrótica e a produção de esporos continua somente na extremidade da pústula (ZAMBOLIM et al; 1997).

Ocasionalmente, observam-se os sintomas nos frutos verdes e extremidades de ramos das brotações novas. Nas plantações, o sintoma mais notável é a desfolha das plantas, que prejudica o desenvolvimento das plantas jovens, causando definhamento, o que compromete a produção. A desfolha antes do florescimento interfere no desenvolvimento dos botões florais e na frutificação; durante o desenvolvimento dos frutos, leva a formação de grãos anormais, defeituosos, e frutos com lojas vazias, afetando sensivelmente a produção (GODOY et al; 1997). A desfolha do cafeeiro ocorre devido à grande produção de etileno no processo de necrose, sendo que basta uma lesão por folha para causar sua queda (CHALFOUN e CARVALHO, 1998). A desfolha provoca ainda o superbrotamento do caule (ramos ladrões) e o acinturamento dos cafeeiros, levando-os às desbrotas e necessidade de executar podas corretivas para formatar as plantas dentro de um padrão.



FIGURA 6- folhas com lesões ativas da ferrugem e detalhe de pústula com esporos, de aspecto pulverulento e lesão velha com esporulação só nas margens.

Fonte: A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle, 2006.



FIGURA 7- folha com grande número de lesões pequenas, e com uma única lesão grande, que se desenvolveu como provável controle da ferrugem

Fonte: Fonte: A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle, 2006.



FIGURA 8- ramo com folhas altamente atacadas pela ferrugem, tanto na parte inferior quanto na parte superior da folha.

Fonte: Fonte: Fonte: A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle, 2006.

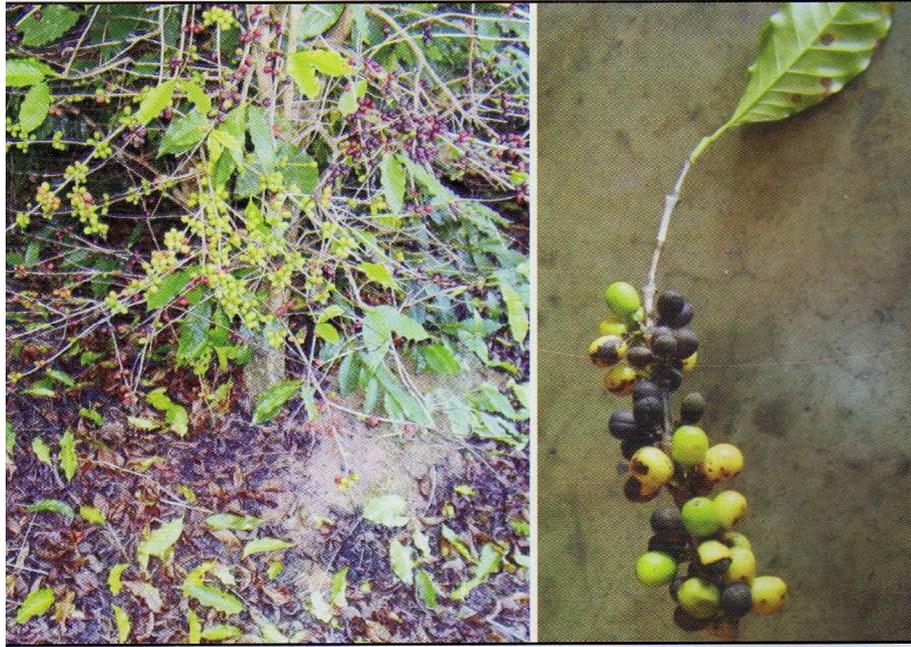


FIGURA 9- desfolha provocada nos ramos, pela ferrugem e detalhe de ramo com frutos passando de verde para secos por efeito da desfolha precoce.

Fonte: A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle, 2006.

## 2.4 Etiologia

*Hemileia vastatrix* pertence ao gênero *Hemileia*, criado por Berkeley e Broom, para enquadrar a ferrugem observada no *coffea arabica* L; em 1969, no Ceilão.

A classificação taxonômica do filo Basidiomycota tem sido influenciada pela aplicação de recursos genéticos na área de biologia molecular. Atualmente, a posição taxonômica de *Hemileia vastatrix* é a seguinte: classe- teliomycetes, ordem- Uredinales, família- Pucciniaceae e gênero – *Hemileia*.

As características que distinguem *Hemileia* dos demais gêneros que possuem teliósporos celulares são: hábito de esporulação através de estômatos, esporos pedicelados e reunidos em feixes e uredósporos reniformes, equinulados dorsalmente e lisos ventralmente (GODOY et al;1997).

## 2.5 Morfologia e histopatologia

O fungo produz dois tipos de esporos morfológicamente diferentes e com funções distintas.

Os uredinósporos são unicelulares, de coloração amarelo-alaranjada e com membranas de 1 a 5 poros germinativos e possuem dimensões variáveis ( CHAVES et al; 1970). Os uredósporos têm formas variáveis, dependendo da posição em que são formados: os centrais geralmente são piramidais, com ápice convexo, e os da periferia, reniformes ou apresentam-se convexos em uma face e planos em outra. As faces laterais, em contato com os esporos vizinhos, permanecem lisas e planas, enquanto as externas, livres, são convexas e possuem pequenos espinhos (RIJO e RODRIGUES, 1978).

Os teliósporos são produzidos ocasionalmente, não sendo relatados com muita frequência. Aparecem no centro das lesões mais velhas, geralmente sete a dez semanas após formados os uredósporos, sucedendo-os. Possuem formas irregulares e são revestidos por uma membrana lisa, sem espinhos, com diâmetros variáveis.

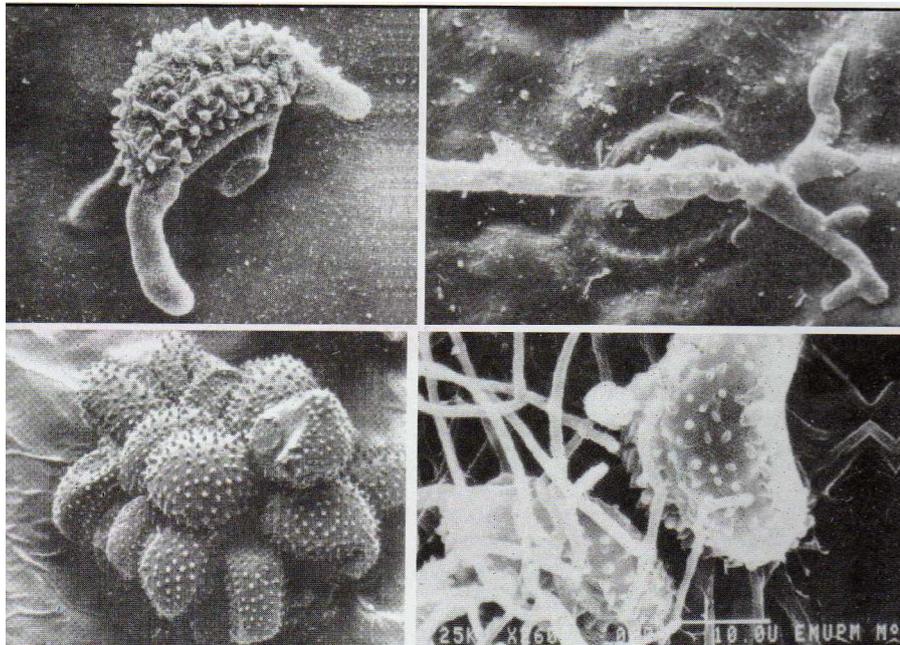


FIGURA 10- urediósforo germinando, seguido de penetração da hifa pelo estômato da folha, um conjunto de esporos produzidos pela pústula e o hiperparasitismo por *V. psyllotae*.

Fonte: A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle, 2006.

## 2.6 Ciclo de vida

Os fungos causadores da ferrugem, ao contrario dos demais Basidiomicetos, produzem órgãos sexuais, as espermásias (masculinos) e as hifas receptivas (femininos). O ciclo de vida do patógeno pertencente a esta ordem pode ocorrer em um ou dois hospedeiros.

A ferrugem pode apresentar cinco fases: picnial ou espermogonial, ecial, uredinal, telial e basidial respectivamente.

*Hemileia vastatrix* é um fungo biotrófico, que apresenta o ciclo de vida incompleto. No cafeeiro, até o momento, as fases de pínio e écio são desconhecidas, ocorrendo os estádios, urédia, télia e basídio. O ciclo da doença inicia-se pelos uredinósporos, que são Dicarióticos (n+n) e que, ao caírem na face abaxial das folhas, na presença de água, germinam, penetram e infectam-nas, produzindo a urédinia com uredinósporos. Estes podem infectar novamente outras folhas da mesma planta ou de outras plantas diferentes.

Em determinadas condições climáticas, a télia e os teliósporos formam-se nas lesões, sendo considerados os esporos diplóides. Os teliósporos, ao germinarem, formam o pró-micélio (basídio) e basidiósporos, porém, é ainda desconhecida a função destes. A germinação dos uredósporos ocorre na presença de inoculo, na face abaxial do limbo foliar, e de água temperatura favorável, podendo emitir um a três tubos germinativos. No ponto de penetração, os estômatos, formam-se o opressório e o peg de penetração, colonizando a câmara subestomatal, células subsidiárias e do mesófilo, formando o micélio intercelular e os haustódios, que são os órgãos responsáveis pela absorção de nutrientes.

## 2.7 Influência dos fatores climáticos na severidade da ferrugem

Os primeiros estudos sobre a biologia de *Hemileia vastatrix* realizados por Ward, 1982 identificaram a influencia das condições do ambiente na germinação e infecção das folhas do cafeeiro. Observou-se que os esporos formados durante a estação úmida germinavam completamente em 12-24hs, enquanto os formados no início da época seca precisavam de vários dias. Constatou-se também que o desenvolvimento da doença era máximo no final do período chuvoso e que, para ocorrer infecção, a gota d'água deveria permanecer, pelo menos 48hs sobre a folha. O período de germinação variava entre 10 e 16 dias, sendo de 14 dias o intervalo mais freqüente (RIBEIRO et al; 1979).

### 2.7.1 Temperatura, chuva e água líquida.

Temperatura: A temperatura exerce influência em todas as etapas do ciclo de vida de um patógeno, ou seja, infecção, colonização, reprodução e sobrevivência. O período latente, definido como o espaço de tempo entre a inoculação e o aparecimento de sinais é umas das características mais importantes no desenvolvimento de uma epidemia. O período latente é influenciado pela temperatura sua maior ou menor duração tem repercussão direta no número de ciclos de reprodução do patógeno que se desenvolve durante o ciclo da cultura. Este efeito pode ser evidenciado claramente sobre o período latente da doença, alterando-o de 19 a 60 dias, dependendo da prevalência de temperaturas altas, nos meses de verão ou de temperaturas baixas nos meses de inverno, respectivamente.

A máxima percentagem de germinação observada ocorreu a 25° C, sendo as temperaturas máxima e mínima nas quais não ocorreu nenhuma germinação, de 32,5°C e 12,5° C, respectivamente. A temperatura ótima foi de 23°C.

Água: O número de horas de água livre na superfície foliar e a infectabilidade de *H. vastatrix*, tomando-se o número de pústulas/ folhas foi de 24hs, para infecção máxima, sendo iniciada com aproximadamente 6hs de água livre. Rayner (1972), estudando a dispersão, germinação, penetração e o período de incubação de *H. vastatrix*, constatou que eles podem ser depositados sobre a superfície foliar, liberados e transportados para a superfície de outras folhas, pela chuva, e que precisam de água líquida para germinação, que ocorre a 23°C. O intervalo de tempo mais favorável à infecção é de 22 as 8 horas do dia seguinte. No entanto, verificou-se que o período de incubação variou de 24 a 45 dias, de acordo com a época do ano, aumentando em condições de baixas temperaturas e períodos secos.

## 2.8 Influência do espaçamento na infestação de *Hemileia vastatrix* no cafeeiro

As lavouras de café, até 1970, eram cultivadas nos sistemas tradicionais de plantio, variando de 3,5 a 4,0 m entre linhas por 3,5 a 4,0 m entre plantas, resultando numa densidade de 700 a 800 plantas por hectare. A partir de 1970, os espaçamentos passaram a ser recomendados na faixa de 3 a 4,5 m entre linhas e 1,5 a 2,0 m entre covas, condicionando uma população média de 1.500 a 2.000 plantas por hectare (MIGUEL et al., 1985). Nos

últimos anos, com a necessidade de melhorar o aproveitamento das áreas, o sistema de plantio adensado vem sendo largamente praticado. O aumento do número de plantas por unidade de área muda o ambiente ao redor da planta, formando o que se pode chamar de microclima especial.

Segundo Krugner (1978), as mudanças causadas pelas plantas no ambiente próximo a elas podem ser bastante significativas, notadamente numa cultura com alta densidade de plantas, onde a circulação de ar e a intensidade luminosa são reduzidas. Umidade relativa, temperatura, chuvas, luminosidade e molhamento foliar são os principais fatores do ambiente que podem influenciar a severidade das doenças do cafeeiro (ZAMBOLIM, et al. 1999).

No caso específico do cafeeiro, poucos estudos foram feitos, relacionando as mudanças no ambiente quando se aumenta a densidade de plantas. Segundo Zambolim et al. (1994), para que as doenças do cafeeiro causem danos à cultura do café, torna-se necessário que um ou mais fatores pré-disponíveis (ambiente, patógeno, hospedeiro e solo) estejam atuando. Cita o autor que, em plantios adensados, a intensidade das doenças pode se agravar devido ao microclima, em geral, favorável principalmente à ferrugem.

Fatores climáticos e ambientais, como luminosidade, temperatura, concentração de inóculo e natureza do substrato, bem como a interação entre eles, exercem função determinante sobre o processo de instalação e evolução da doença, Matiello et al (1984), entretanto, observou que em sistemas de plantios adensados a incidência de ferrugem foi de 35% a 92% maior que a do sistema de plantio convencional, variando de uma região para outra.

Os resultados confirmam que, nos sistemas de plantios adensados, forma-se um microclima favorável à ferrugem, como sugerem Zambolim et al. (1994). A hipótese de que cafeeiros adensados produzem menos por planta e, portanto, a carga pendente menor proporcionaria menor incidência da ferrugem não é verdadeira, pois a influência do ambiente prevaleceu, afirmando ser os fatores climáticos e ambientais determinantes no processo de instalação e evolução da ferrugem do cafeeiro.

## **2.9 Disseminação**

A disseminação é composta por três etapas: a liberação dos esporos, a dispersão dos esporos e a deposição dos esporos no hospedeiro. O fungo encontra facilidade para a

disseminação pela lavoura bastando, para isso, contar com o auxílio de insetos, chuvas, animais e até mesmo do homem

A) Vento: fator principal para disseminação dos esporos a média e longas distancias. Durante o dia ( pela tarde) e após as chuvas, aumenta a quantidade de esporos na região ao redor e sobre a copa do cafeeiro. Vento acima de 4-10Km por hora são adequados para transportar os esporos.

B) Chuvas: as gotas são responsáveis pela disseminação da ferrugem dentro da planta e entre plantas próximas. A água da chuva desloca os esporos da parte inferior da folha até a superfície, e a partir daí são transportados pelos respingos. As chuvas adequadas à disseminação são aquelas mais leves. As mais pesadas em curtos períodos, tendem a lavar os esporos, sendo levados para o solo.

C) Insetos, animais, homens e maquinários: qualquer inseto ou animal silvestre que entre em contato com o cafeeiro pode carregar, junto ao corpo, os esporos da ferrugem, trabalhadores e as maquinas também podem levar os esporos para outras áreas, podendo ate mesmo levar para outras regiões.

## **2.10 Evolução estacional da ferrugem e interação com o cafeeiro**

A influencia dos fatores responsáveis pela evolução da ferrugem, ligados ao ambiente, ao cafeeiro e ao fungo, interagem entre si condicionando a variação da doença ao longo do ano (MATIELLO e ALMEIDA; 2006).

Esta interação pode ser assim descrita:

- \_ os fatores climáticos favoráveis à infecção ocorrem a partir de outubro/novembro, até abril/maio, quando a temperatura se eleva e as chuvas se matem freqüentes.
- \_ nas lavouras a ferrugem é favorecida nos sistemas adensados e em ambientes sombrios e úmidos. Também são afetadas áreas mal nutridas, com inoculo residual e principalmente talhões com alta carga pendente e de variedades mais susceptíveis. Os cafeeiros com o calor e chuva, retomam o enfolhamento a partir de outubro/novembro, ocorrendo desenvolvimento mais rápido e a granação dos frutos de dezembro a março, utilizando reservas de carboidratos e componentes de resistência, deslocados da folha, ficando a planta mais suscetível a ferrugem.
- \_ o fungo passa das folhas velhas, para as folhas novas, sendo o período infectivo mais concentrado de dezembro a março.

\_ coincidem assim, no período de novembro/maio, o ambiente favorável, a planta susceptível e a presença crescente do fungo.

\_ a máxima infecção ocorrera em junho/julho no período em que as temperaturas e chuvas diminuíram.

\_ em função da alta infecção e também danos causados pela colheita, ocorre maior desfolha, de julho a agosto, e novamente fica reduzido o nível de infecção na planta, ficando o inoculo residual para dar origem ao novo ciclo.

### **3 Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix***

A ferrugem alaranjada do cafeeiro continua a ser a principal doença do cafeeiro arábica no mundo. É menos significativa em zonas frescas de altitude elevada, no entanto requer controle na maioria das zonas cafeeiras.

Embora o tratamento da doença seja comumente realizado por meio de fungicidas, há uma procura por criar novos cultivares resistentes a este patógeno, que dispensando total ou parcialmente esses tratamentos possam substituir os cultivares tradicionais de arábica, que são susceptíveis a doença. Contudo, o contínuo aparecimento de novas raças fisiológicas tem ocasionado a quebra de resistência dos cultivares produzidos pelos melhoristas com o intuito de conseguir resistência duradoura a este patógeno.

No caso da ferrugem do cafeeiro, o aumento de raças fisiológicas com maior número de genes de virulência está associado à maior e mais diversificado número de genes de resistência expostos as populações do agente patogênico. Este fato associado à origem comum da maioria das variedades consideradas resistentes, cultivadas atualmente, faz com que a previsão da durabilidade da resistência nessas variedades seja uma incógnita.

#### **3.1 Variabilidade em *Hemileia vastatrix***

##### **3.1.1 Raças fisiológicas**

Como resultado dos trabalhos realizados na Índia e em Portugal (VÁRZEA et al, 2001), foram diferenciadas 40 raças fisiológicas de *H. vastatrix*, isoladas a partir de amostras colhidas em cafeeiros provenientes de diversas regiões. Além dessas já diferenciadas, cerca de 6 novas raças estão sendo caracterizadas.

##### **3.1.2 Formação de novas raças fisiológicas**

A formação de novas raças fisiológicas de ferrugem está ligada a pressão de seleção exercida pelos genes de resistência do hospedeiro (JONNISON, 2000). Em regiões cafeeiras onde se fez grande número de cruzamentos interespecíficos, tem-se encontrado maior diversidade na virulência deste agente patogênico (RODRIGUES et al; 2000). A principal

causa da variação de *H. vastatrix* tem sido relacionada com mutações genéticas, uma vez que a fase sexuada, assim como hospedeiros alternativos, ainda não foram encontrados.

Nos últimos anos, tem sido caracterizadas raças de ferrugem com grande espectro de virulência, como é o caso da raça XXXIX, com sete genes de virulência.

Além da grande capacidade que a ferrugem apresenta em adquirir novos genes de virulência, tem sido verificado que alguns isolados podem perder genes de virulência não necessários para a infecção de certos genótipos de cafeeiros. Esse fenômeno acontece quando alguns isolados são mantidos durante muito tempo em cafeeiros caturra (com genes de resistência) e, seguidamente, confrontados com hospedeiros possuindo vários genes de resistência.

### **3.2 Mecanismos de resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix***

Durante a evolução, as plantas têm desenvolvido grande variedade de mecanismos de defesa para resistirem à colonização de agentes patogênicos. A resistência envolve não apenas a proteção estática, como barreiras físicas e químicas pré-existentes, mas também diversos mecanismos de defesa induzidos. Na interação *Coffea* spp. \_ *H. vastatrix* não há evidência de barreiras constitutivas, mas tudo indica que diversos mecanismos de defesa são ativados após a infecção por raças virulentas.

O processo de infecção por *H. vastatrix* nos tecidos foliares do cafeeiro inicia-se com a germinação de uredósporos e a diferenciação dos opressórios sobre os estômatos. É a partir do opressório (primeira estrutura de infecção) que o fungo penetra no interior dos tecidos foliares, formando uma hifa de penetração, que cresce em direção a câmara subestomática e se ramifica, irradiando hifas para as células subsidiárias e as do mesófilo, onde se formam haustódios. Em cafeeiros susceptíveis, a colonização do mesófilo se caracteriza por numerosas hifas intercelulares, com muitos haustódios, que acabam por originar os soros uredospóricos, que saem em bouquê através do estômato (RIJO e RODRIGUES JR; 1977).

Nos genótipos de cafeeiros com resistência completa a *H. vastatrix* tem-se verificado que o fungo cessa seu crescimento nas primeiras fases de infecção, com maior frequência após a formação do primeiro haustódio, onde ocorre uma desorganização do conteúdo citoplasmático das estruturas de infecção do fungo. Nos cafeeiros resistentes uma das primeiras respostas a resistência é a morte rápida das células da planta na zona de infecção-reação de hipersensibilidade (SILVA et al;2002). Essa reação é considerada a expressão mais

comum das interações gene-a-gene e tem sido sugerido que ela possa ser uma forma de morte de célula programada (HEATH,1999).

Estudos tem mostrado que a reação de hipersensibilidade do cafeeiro à ferrugem está associada ao encapsulamento dos hastódios com calose e 1,4 - $\beta$ - glucanas, à disposição de fenóis, à acumulação de material decomposição heterogênea ( pectinas, polissacarídeos e fenóis) nos espaços intercelulares e à lignificação das paredes e hipertrofia das células das plantas (SILVA et al; 2002). O aumento da atividade de enzimas oxidativas, como a lipoxigenase e a peroxidase, de enzimas da via fenilpropanoide tem sido também associado à expressão de resistência do cafeeiro ( SILVA et al;2002).

Atualmente estudos moleculares vêm tentando identificar genes do cafeeiro envolvidos na resposta de resistência de *H. vastatrix*.

### **3.3 Tipos de resistência a ferrugem**

Na avaliação da reação de cafeeiros à ferrugem, dois tipos de resistência podem ser considerados, segundo Plank (1968): a resistência vertical ou resistência de raça específica, que é caracterizada pela interação diferencial entre o hospedeiro e o patógeno, e um segundo tipo, a resistência horizontal ou de raça não específica, na qual não há interação diferencial entre os organismos envolvidos. Estudos realizados por Abreu (1978) e Almeida (1980) apontam o fato de que, no germoplasma derivado do híbrido de Timor, os dois tipos de resistência podem ser normalmente encontrados juntos.

Eskes et al (1990), estudando a herança da resistência incompleta, verificaram que, nos cafeeiros híbridos de Timor e Icatú com reações segregantes para a susceptibilidade, naqueles que apresentavam reações com menores níveis, esta está correlacionada com maior período latente.

Plantas com níveis de reação mais baixos, provavelmente, são possuidoras de maior dose gênica ou maior numero de genes do que plantas com maiores notas na escala de tipos de reação. Em razão de aparente atividade entre genes de resistência, a seleção fenotípica para os tipos de reação com níveis de resistência à ferrugem mais baixos podem favorecer o acumulo desses genes.

A ação combinada de diversos genes em um único genótipo é, provavelmente, efetiva para conferir resistência durável à ferrugem do cafeeiro (ESKES et al; 1991).

A avaliação do nível resistência a *Hemileia vastatrix* é rotineiramente feita em mudas no estádio de primeiro ao terceiro pares de folhas definitivas, por meio de inoculação artificial pelos métodos de atomização ou de pincelamento de uma mistura de uredósporos do patógeno na face abaxial do último par de folhas com o desenvolvimento completo, porém, apresentando o limbo foliar tenro.

Após o processo de inoculação as mudas são transferidas e mantidas por 48 a 72 horas em câmara de inoculação, com temperatura de 20° C e umidade relativa de em torno de 100%. Após esse período as mudas retornam as condições de viveiro onde permanecem até o momento da avaliação.

A reação dos cafeeiros à ferrugem é quantificada por meio de uma escala proposta por D'Oliveira (1954-57) e modificada como se descreve a seguir:

- I – imunidade, sem quaisquer sinais macroscópicos de que tenha ocorrido infecção;
- Fl – “fleks”, reação de hipersensibilidade, às vezes de difícil observação macroscópicas, tornando-se mais visível quando observada contra a luz;
- 0 – clorose mais ou menos intensa na área de infecção, às vezes acompanhada de pequenas necroses, sem formação de uredósporos;
- 1 – lesões cloróticas, às vezes acompanhadas de pequenas necroses, porém com formação de pequenos soros uredosporíficos;
- 2 – pústulas uredospóricas, pequenas e médias, facilmente visíveis macroscopicamente, geralmente circundadas por áreas cloróticas;
- 3- pústulas uredospóricas, médias e grandes, em geral, circundadas por área clorótica;
- 4- pústulas uredospóricas grandes sem hipersensibilidade, a não ser ligeira clorose nos bordos das lesões, reação de alta susceptibilidade do hospedeiro; e
- X – reação heterogênea do hospedeiro, apresentando pústulas de tamanho muito variável ou mesmo lesões cloróticas ou necróticas, sem formação de uredósporos misturados com pústulas esporuladas.

A presença de resistência horizontal no germoplasma segregante derivada do Híbrido de Timor tem sido avaliada por meio de estudo realizados com o material que apresenta reações com esporulação quando inoculado artificialmente para teste da resistência vertical nas descendências dos cafeeiros selecionados para estudos da capacidade produtiva e outras características agrônômicas . A resistência horizontal também tem sido objeto de observações de campo sobre aqueles cafeeiros que passam a ser afetados pela ferrugem. Esse tipo de resistência é quantificada por meio da verificação do período latente de infecção, período de

geração, número de pústulas por folha, número de uredósporos formados nas pústulas e da intensidade de ferrugem por folha.

Esses parâmetros são assim caracterizados:

- A) Período latente: é expresso pelo número médio de dias decorridos desde a inoculação até o aparecimento dos primeiros sintomas da doença nas folhas inoculadas.
- B) Período de geração: é definido como o número de dias decorridos da inoculação até cerca de 50% das lesões formadas esporularem.
- C) Número de pústulas esporuladas por folha: corresponde aos valores médios referentes ao total de pústulas esporuladas por folha, sem considerar os tipos de reações depois de determinado período após a inoculação.
- D) Intensidade de ferrugem por folha: refere-se ao percentual médio da área foliar ocupada com soros uredosporíferos.
- E) Número de uredósporos produzidos por pústula: refere-se ao número de uredósporos formados nas pústulas que esporulam. É de difícil quantificação, uma vez que demanda de contagem direta de esporos nas pústulas.

### 3.4 Obtenção de cultivares resistentes.

Diversas populações resistentes à ferrugem têm sido desenvolvidas nos principais países cafeicultores (BETTENCOURT e RODRIGUES JR., 1988). No Brasil especial atenção tem sido dada ao estudo de populações derivadas do cruzamento com o “Híbrido de Timor” (CHAVES e ZAMBOLIM, 1976). 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. Progênies de retrocruzamento desse híbrido com variedades de café arábica têm sido estudadas, visando a transferência de genes de resistência à ferrugem do cafeeiro da espécie *C. canephora* para a *C. arábica*. 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 agroquímicos na cafeicultura.

Embora Carvalho et al. (1989) tenha relatado que as plantas derivadas desse cruzamento não apresentou resultados satisfatórios na região de Campinas, várias cultivares oriundas de

progênes da mesma origem foram lançadas nos últimos anos no Brasil, especialmente para o plantio adensado, o que confirma os resultados promissores encontrados em outros países cafeicultores com progênes da mesma origem ( BERTRAND e RAPIDEL, 1999).

Dessa forma, embora o custo do trabalho de melhoramento genético do cafeeiro (uma planta perene com ciclo de produção bienal nas condições brasileiras) seja muito elevado, a longo prazo, o retorno econômico e social justifica este trabalho (FONSECA, 1978).

### **3.5 Sistema de previsão**

Por meio do sistema de previsão, é possível identificar períodos de condições favoráveis, estabelecendo-se os momentos mais apropriados a aplicação de fungicidas. Assim, pode-se obter informações sobre quando iniciar as pulverizações, a que intervalos elas devem ser feitas ou, ainda, se devem ser realizadas com a mesma frequência em todas as épocas do ano ( CAMPBELL e MADDEN, 1990).

As previsões de epidemias causadas por patógenos dispersos pelo ar começaram na década de 20, trazendo grandes perspectivas para o controle de doenças de plantas. No Brasil, trabalhos com o objetivo de entender a influência do clima e do hospedeiro sobre a ferrugem vêm sendo realizadas por longa data, como Alfonsi et al ( 1974), que estudaram a associação entre o número médio de pústulas por folha, variáveis climáticas e área foliar afetada. A media das temperaturas máximas, medias das temperaturas mínimas e o total de chuvas registrados foram correlacionados com o nível de infecção.

A opção pelo controle da ferrugem via foliar é vinculada à intensidade de ataque de ferrugem. Recomenda-se coletar ao acaso folhas no terço inferior das plantas, situadas no meio dos ramos, nas posições dos pontos cardeais, num total de 10 folhas por plantas, num talhão. Se a percentagem de folhas doentes for inferior a 5%, mas diferente de zero, deve-se iniciar o controle da doença com fungicidas de contato (à base de cobre, calda bordalesa ou calda viçosa); se ultrapassar 5% e atingir, no máximo, 12% até março ou abril, devem-se aplicar fungicidas sistêmicos com efeito curativo via foliar (ZAMBOLIM et al; 1997). O nível de severidade 12%, em alguns casos, só será atingido meses mais tarde, maio a junho, principalmente em lavouras situadas em altitude acima de 1200m, entretanto, nos últimos anos, com as constantes mudanças no clima do país, aplicação no momento errado, problemas de tecnologia de aplicação não atingindo o alvo e adensamento de plantas, o nível de ferrugem para o controle com fungicidas sistêmicos não deve ultrapassar 5%.

Sabe-se que em anos de alta carga pendente na lavoura, a severidade da ferrugem é maior que em anos de baixa carga pendente, em especial nas lavouras com mais de cinco colheitas. Portanto, nos anos de alta carga pendente, não são recomendadas as atomizações tardias, isto é, após a constatação de nível de incidência maior do que 5%, mesmo tratando-se dos fungicidas sistêmicos, para que o nível de controle chegue a 90-95% na colheita. Dessa forma evita-se que o inoculo residual (pústula com uredósporos em folhas ) passe para a estação seguinte e que a percentagem de desfolha ultrapasse 10-15%, no período da colheita.

Nos últimos anos , as constantes alterações no clima têm ocasionado alterações de severidade, bem como mudanças no início e pico da doença em algumas regiões do país. A ferrugem atinge o máximo de infecção de acordo com vários fatores: altitude, temperatura, época de início das chuvas, umidade relativa e estado nutricional das plantas. Em função desses fatores, o pico da doença vem se deslocando, de acordo com a região onde é cultivado. Atingindo picos entre os meses de abril a novembro, dependendo da região.

Diante dessas alterações, surge a dúvida sobre a aplicação de fungicidas sistêmicos por meio de pulverizações foliares ou aplicações via solo, para obter controle racional e econômico da ferrugem. Para se identificar os períodos favoráveis à ferrugem foi desenvolvido um sistema de previsão ou sistema de aviso. Entretanto este sistema deve levar em consideração as condições ambientais, expectativa de carga pendente de frutos da lavoura, enfolhamento, altitude, estado nutricional e até a severidade da doença. A simplicidade é de extrema importância para aceitação do sistema, uma vez, que quanto mais simples maiores as chances de sua adoção pelos agricultores (BERGAMIN FILHO e AMORIM,1996).

## 4 Controle da ferrugem

Por representar um grande problema para a cafeicultura brasileira o controle da ferrugem merece total atenção, sendo que este pode ser feito de diversas formas, desde o modo natural com variedades resistentes, de modo preventivo, ou mesmo curativo, quando a doença já se encontra em nível de controle.

### 4.1 Controle natural

Compreende o controle genético, com variedades resistentes; o controle biológico, pela ação de inimigos naturais; e as praticas de manejo da lavoura. Pode ser considerada também a indução de resistência, através de produtos biológicos, que promovem a produção de fitoalexinas pelo cafeeiro. A indução de resistência é facilmente obtida em condições de laboratório e mesmo em campo, porem em curtos períodos, o que inviabiliza seu uso na pratica. Alguns agentes aplicados as folhas induzem a produção de fitoalexinas que são substancias de resistência das plantas. Induções de resistência já foram obtidas com aplicação de *Bacillus thuringiensis*, *B. subtilis*, entre outros. Porem o único método realmente eficiente ainda é o controle químico.

### 4.2 Controle químico da ferrugem

Para que sejam adotadas medidas de controle da ferrugem do cafeeiro, é necessário observar os seguintes fatores:

- A) Alto potencial do inóculo inicial
- b) cargas pendentes dos frutos,
- c) clima (ZAMBOLIM et al., 1997).
- D) nutrição inadequada: é um dos fatores que mais comprometem a planta, pois aumenta a debilidade do cafeeiro (baixa a resistência), favorecendo a ocorrência de ferrugem. Atualmente o nível de adubação caiu de 20% a 50%. O controle fitossanitário também vem caindo muito nesses últimos anos e em especial nesta safra, que apresenta queda de 20% a 50%, dependendo da região.

A ocorrência da doença é favorecida por fatores ligados ao hospedeiro (cafeeiro), ao patógeno (fungo) e relacionados com o ambiente. Entre os fatores relacionados com a planta e como o ambiente, que permitem inferir sobre a ocorrência e a intensidade do ataque, estão: o enfolhamento, a carga pendente (produção) e a densidade de planta. Esses fatores são importantes na hora de definir o controle da doença.

Os tratos culturais mal conduzidos, como o atraso nas capinas, a falta de desbrota dos ramos adventícios e erosão, entre outros, são também muito frequentes nas regiões produtoras, contribuindo diretamente para a incidência mais elevada da doença.

Sabe-se que a agressividade da ferrugem está diretamente ligada à carga pendente do cafeeiro. Como estamos em um ano de boa carga pendente, a incidência da doença é evidente, sendo notada em grande parte das lavouras.

Ao programar o controle, convém lembrar que: quanto maior o enfolhamento, maior será o inóculo residual para o próximo ciclo da ferrugem; quanto maior a carga pendente, maior será a intensidade da doença; no sistema de cultivo adensado, o microclima é plenamente favorável ao desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro.

Além desses fatores, para orientar na tomada de decisões ao programar o esquema de controle da ferrugem, o cafeicultor pode usar uma técnica que permite conhecer a evolução da doença na lavoura, ou seja, o monitoramento ou acompanhamento do nível de infecção da ferrugem.

Conhecendo a evolução da doença na lavoura, é possível fazer um programa de controle eficiente, utilizando-se fungicidas protetores e/ou curativos erradicantes. Com isso, serão evitados desperdícios com insumos e mão-de-obra e danos causados pela decorrência de índices elevados da doença, bem como menor agressão ao meio ambiente.

Como fazer o monitoramento:

- a) dividir as lavouras em talhões uniformes;
- b) coletar cinco a dez folhas por planta (no terceiro ou no quarto par), no terço médio da planta, perfazendo um total de 100 a 300 folhas por talhão;
- c) contar o número de folhas com ferrugem determinar a percentagem de infecção, conforme a fórmula a seguir;  
$$*\% \text{ de infecção (I)} = \frac{\text{número de folhas com ferrugem} \times 100}{\text{número total de folhas}}$$
- d) a percentagem de infecção (I) mostra a evolução da doença na lavoura;
- e) este levantamento deve ser realizado pelo menos uma vez por mês a partir de dezembro.

Para o controle, devem-se usar produtos preventivos/protetores, como é o caso dos fungicidas à base de cobre (cúpricos). As aplicações devem iniciar-se quando ainda não for constatada ferrugem nas lavouras. Os fungicidas sistêmicos atuam protegendo as folhas, curando ou mesmo erradicando a doença depois de instalada, pois translocam-se dentro da planta.

Com monitoramento da lavoura, pode-se retardar ao máximo o início do controle com o uso de sistêmico foliar. Isto evitará a evolução tardia da doença com índices altos no final do ciclo, como vem ocorrendo nos últimos anos em áreas onde é feito o controle com datas pré-fixadas ou com aplicações antecipadas desse sistêmicos.

O controle com fungicida sistêmico deve ser feito com índices inferiores a 5%. Acima deste valor esse fungicida pode ser usado, desde que haja orientação técnica de sua conveniência.

Medidas gerais de controle:

- a) fazer sempre uma adubação equilibrada;
- b) plantar linhagens resistentes;
- c) fazer desbrotas, evitando o excesso de hastes e conseqüentemente o auto sombreamento.

Controle da ferrugem:

### **4.3 A importância da época de execução**

A ferrugem evolui de novembro a abril, época de ocorrência simultânea de chuva, temperaturas elevadas, melhor índice de enfolhamento, presença do inóculo e maior suscetibilidade do cafeeiro, por causa da presença da carga pendente. De outubro a dezembro, normalmente há a passagem das folhas velhas para as folhas novas, iniciando-se o surgimento de lesões, mas nesse período a evolução é mais lenta. De janeiro a março, a inoculação evolui em progressão geométrica, como podemos observar neste momento, e, a partir de agora, a infecção aumenta muito, intensificando-se nos meses de junho e julho; principal época de desfolha. Neste ano, dado o quadro atual, teremos uma intensa queda das folhas que será notada em julho e agosto. Os meses de novembro a março/abril são fundamentais para o controle com pulverizações ou aplicações via solo.

O freqüente atraso do início do período chuvoso e as temperaturas mais elevadas no verão (dezembro/janeiro) tem proporcionado um adiantamento no início de evolução da ferrugem. Em alguns anos, níveis de 5% a 10% de folhas infectadas, indicativos do momento

para iniciar o controle, só são atingidos a partir dos meses de fevereiro e março. Por outro lado, a ocorrência de temperaturas mais elevadas e de chuvas ocasionais durante o período de abril a julho (outono/inverno), tem permitido a manutenção de níveis elevados da doença até o final do ciclo (julho/agosto).

Esses fatores tem sido responsáveis, em grande parte, pelo insucesso de medidas de controle aplicadas antecipadamente (a partir de outubro a dezembro) fazendo com que, por ocasião do período de maior evolução da doenças pulverizações, já tenham se encerrado ou os teores de resíduos dos produtos das plantas já tenham decaído a níveis abaixo do mínimo necessário para o controle eficaz da doença. Tal fato representa perda das operações de controle (produtos, mão-de-obra, etc.), maior desfolha, maior nível de inóculo residual para o próximo ciclo, perdas sobre a produção e maiores danos sobre as plantas.

Atualmente existem duas opções de aplicação de granulados sistêmicos de solo em café: ou compra produtos completos, onde já vêm misturados o fungicida e o inseticida (que recebem nomes técnicos de triadimenol + disulfoton ou cyproconazole + disulfoton) ou são encontrados de forma desassociada, ou seja, o produtor compra o fungicida e o inseticida separadamente. O fungicida deve ser aplicado sozinho entre outubro e dezembro, na quantidade indicada tecnicamente, fazendo assim o controle da ferrugem na época correta.

#### **4.4 fungicidas cúpricos**

Entre os métodos de controle, os fungicidas cúpricos vêm sendo utilizados desde a identificação da ferrugem na Índia, Indonésia, África e no Brasil (MARIOTTO et al., 1976).

O efeito tônico sobre as plantas mais evidentes apresentado por produtos à base de cobre, se traduz visualmente nas folhas, ficando de cor verde-escuras e a desfolha é retardada, de forma que as plantas fiquem enfolhadas durante toda a estação, e na ausência da pulverização é observada uma intensa queda de folhas ocorrendo na estação seca. Apesar da eficiência comprovada dos fungicidas cúpricos no controle preventivo da ferrugem, dependendo do regime de chuvas, em determinados anos, torna-se difícil ou mesmo impossível a execução de um programa preventivo de controle da doença, o que permite rápida e intensa elevação no índice de ferrugem após um período de chuvas (CHALFOUN e ZAMBOLIM, 1985).

Fungicidas: nos primeiros trabalhos sobre controle químico da ferrugem no Brasil utilizam-se fungicidas cúpricos, no estado de Minas Gerais (CHAVES et al;1971) iniciou-se o uso de fungicidas cúpricos para controle de doença no país.

Os fungicidas cúpricos são ,até hoje, os mais empregados no controle da ferrugem, devido a sua eficiência também no controle da mancha-do-olho pardo( cercospora coffeicola) e como fornecedor de  $Cu^{+2}$ , micronutriente importante para a cultura do café. Além de ser compatível com outros agroquímicos empregados na cultura do café, como inseticidas para controle do bicho-mineiro, broca-do-cafeeiro, outros fungicidas sistêmicos e nutrientes como o sulfato de zinco, ácido bórico, uréia, cloreto de potássio, sulfato de manganês etc.

Os fungicidas a base de cobre mais utilizados são:

- \_ calda bordaleza;
- \_ sulfato tribásico de cobre;
- \_ oxiclreto de cobre;
- \_ óxido cuproso; e
- \_ hidróxido de cobre.

#### **4.5 Fungicidas sistêmicos**

Com o advento dos fungicidas sistêmicos, parte dos cafeicultores passou a utilizá-los em substituição aos cúpricos, devido às suas propriedades de absorção, translocação e modo de ação no controle da ferrugem, facilitando muito a sua operacionalização, diminuindo o número de aplicações, além de diminuir a interferência de fatores climáticos nos programas de pulverizações (MATIELLO et al.,1989). Além do efeito protetor, os sistêmicos exercem também efeito curativo e erradicativo, permitindo em alguns casos a sua aplicação com índices de ferrugem mais elevados. Contudo, a sua especificidade limita a sua atuação, exigindo o uso de outros produtos para o controle de doenças que ocorrem simultaneamente (CARVALHO e CHALFOUN, 1995).

- A) Triazóis: os produtos triazóis agem inibindo a biosíntese dos esteróis, que são parte integrante da membrana dos fungos, causando distúrbios de funcionamento dessa membrana, que leva a inibição do desenvolvimento e por fim a morte do fungo. O uso dos fungicidas triazóis via solo no controle da ferrugem em cafezais alia alta eficiência conta a doença ao vigor observado, principalmente onde é usado o fungicida triadimenol, que segundo Matiello et al (1997), é capaz de aumentar significativamente o sistema radicular absorvente do cafeeiro, mesmo na ausência da ferrugem.
- B) Estrobirulinas: são utilizados em associação com os triazóis, tem ação contra a ferrugem, atuando nas mitocôndrias, que são organelas, das células, responsáveis pela produção de

energia. O fungicida inibe a respiração das mitocôndrias, interrompendo o fluxo de elétrons que resulta na produção de ATP.

Nos últimos anos a ferrugem vem tendo seu período de infecção alongado, causando problemas até o mês de agosto, grandes desfolhas e depauperamento da lavoura. Existe a hipótese de ataque de novas raças de ferrugem (GONÇALVES et al; 2002) que podem estar apresentando menor sensibilidade aos fungicidas.

A ferrugem tipicamente foliar está relacionada com a desfolha que provoca nas plantas, podendo chegar a 90% (CARVALHO e SOUZA, 1998). Com a desfolha, a planta irá produzir menos no ano seguinte, uma vez que desviará suas reservas na recomposição da vegetação, aumentando a bianualidade das produções (BARTHOLO, 1989). Dessa forma, o uso de produtos envolvendo preventivos e/ou sistêmicos visando o controle da ferrugem torna-se de grande importância para um controle mais efetivo das doenças, com benefícios na preservação das folhas do cafeeiro.

## 5 Cultivares selecionadas para realização do experimento

Das 100 espécies descritas do gênero *Coffea*, somente duas produzem frutos de importância econômica, sendo estas a espécie *Coffea arabica* L. e a *Coffea canephora* Pierre ex froehner.

A primeira variedade cultivada no país, introduzida em 1927, recebeu vários nomes, entre eles: Típica, Nacional, Crioula, arábica, etc.

Em 1852, o cultivar Bourbon Vermelho chegou ao Brasil e superou as expectativas de produção, tornando-se assim um importante cultivar na cafeicultura brasileira.

Outra variedade introduzida no Brasil foi a Sumatra, com grande importância, já que foi de um cruzamento entre Sumatra e Bourbon que se originou o cultivar Mundo Novo.

Em consequência da estreita base genética da espécie *C. arabica*, principal espécie cultivada, assim como dos principais métodos de melhoramento empregados no processo de seleção, os cultivares de café são muito aparentadas e em muitos casos de difícil discriminação fenotípica tanto por produtores como pelos próprios cientistas responsáveis por sua seleção.

### 5.1 ACAIÁ CERRADO MG 1474

O cultivar Acaíá Cerrado MG 1474, lançado em 1995, originou-se da seleção de linhagens oriundas do IAC. Originou-se de vários ciclos de seleção, principalmente na região do Alto Paranaíba, MG, dando origem a este cultivar.

O termo acaíá, vem do dialeto guarani e significa “frutos de sementes grandes”, provavelmente herdado do Sumatra, do qual descende o mundo novo.

Apresenta excelente desenvolvimento vegetativo, com elevadas produções, mesmo em condições de solos pobres. A altura média é de 3,1m, ligeiramente inferior à do acaíá tradicional e o diâmetro de copa, aproximadamente 1,88m. Este cultivar tem despertado a atenção dos cafeicultores em razão de seu reduzido diâmetro de copa, que confere arquitetura mais adequada tanto para o sistema de plantio adensado como para sistemas adequados a mecanização. Apresenta elevados rendimento de café beneficiado, com cerca de 90% de grãos tipo chato e predominância de peneira 17.



FIGURA 6 cultivar acaiá cerrado



FIGURA 7 fruto da cultivar acaiá cerrado

## 5.2 RUBI MG 1192

O cultivar rubi foi originado do retrocruzamento do cultivar catuaí vermelho (caturra x mundo novo) com o mundo novo, realizado no IAC, objetivando diversificar as características do catuaí e selecionar genótipos mais produtivos, mais vigorosos e com maturação de frutos mais precoce e uniforme. A partir de um material segregante (1970), procedeu-se a seleção das populações que deram origem à Rubi. A avaliação das populações que deram origem a esse novo cultivar evidenciou seu potencial produtivo, superior em até 58% das linhagens de catuaí (MELO et al; 1998).

O cultivar Rubi apresenta porte baixo, com altura pouco superior a 2,0m e diâmetro médio de copa de 1,8m, aos sete anos de idade. Tem excelente produtividade e elevado vigor, sem depauperamento precoce e seca de ramos após altas produções. O número de ramificações é abundante e o ângulo de inserção dos ramos plagiotrópicos é mais aberto do que em catuaí, o que permite melhor aeração e insolação no interior da planta. Quanto à época e a uniformidade de maturação dos frutos, é mais precoce e uniforme, sendo intermediário entre catuaí e mundo novo.

Os frutos, quando maduros, são de coloração vermelha. As folhas novas são predominantemente de cor bronze, marcador genético que distingue o rubi do catuaí, este com broto verde (MELO et al; 1998).



FIGURA 8 cultivar rubi, com 4 anos de idade



FIGURA 9 detalhe do fruto da cultivar rubi

### 5.3 TOPAZIO MG 1190

O cultivar topázio é resultante do retrocruzamento de catuaí amarelo com mundo novo. A partir de material segregante desse cruzamento, vários cafeeiros selecionados foram avaliados e conduzidos por método de seleção individual com teste de progênie, em diferentes regiões do estado de Minas Gerais. Após varias gerações de seleção para porte baixo, uniformidade de maturação dos frutos e boa arquitetura de plantas, originou-se o cultivar denominado topázio.

Os cafeeiros desse cultivar apresentam porte baixo, com altura pouco superior a 2,0m e de diâmetro de 1,9m, excelente produtividade, bem como alto vigor vegetativo, sem apresentarem seca de ramos produtivos. As ramificações secundárias são abundantes . Os cafeeiros apresentam folhagem exuberante e de cor verde intensa e brilhante.

Segundo Santinato et al (2005) as planta de topázio são mais uniformes e brotos uniformemente bronze. As folhas novas são bronzeadas. A principal característica desse cultivar é a uniformidade de maturação dos frutos, fator que se deve a maior regularidade no florescimento. A maturação é intermediária entre mundo novo e catuaí. Os frutos têm coloração amarela quando maduros (MELO et al; 1998).



FIGURA 10- cafeeiro topázio, com frutos maduros    FIGURA11 cafeeiro topázio, planta bem enfolhada

#### 5.4 PARAÍSO MG H 419-1

Este cultivar é resultado da hibridação artificial de um cafeeiro de cultivar catuaí amarelo IAC 30 com a seleção de híbrido de Timor UFV 445-46, e resultante da mistura de oito progênies. Os cafeeiros selecionados são de porte baixo (1,95m) e internódios curtos.

Apresenta frutos de coloração amarela, sementes grandes, folhas novas de coloração verde e, quando adultas, verde escura brilhante, com as bordas do limbo foliar ligeiramente onduladas. A arquitetura da planta apresenta formato cônico, ligeiramente afilado, com diâmetro médio de saia de 192 cm e terço médio de 159 cm, resultando em volume médio de copa de 2,823m<sup>3</sup>.

A comprovação da resistência a *H. vastatrix* foi feita por meio de inoculação artificial no estágio de três a quatro pares de folhas definitivas. A análise genética para resistência à ferrugem, realizadas nesta população demonstrou ser governada por três genes dominantes de segregação independente, ou seja, para cada 63 plantas resistentes há uma planta suscetível (segunda geração).

Durante o processo de melhoramento, várias inoculações artificiais, com uma mistura de uredósporos de *H. vastatrix*, foram realizadas. Estas inoculações permitiram avaliar a reação ao patógeno e descartar as progênies que apresentam reações de susceptibilidade. A reação à ferrugem foi também observada no campo, onde plantas que apresentaram a doença foram descartadas durante o processo de seleção, resultando nesta cultivar resistente a ferrugem.



FIGURA 12- cafeeiro paraíso



FIGURA 13- detalhe do fruto do cafeeiro paraíso

### 5.5 BOURBON

Pode ter sido originário da mutação do bourbon vermelho, mas pode-ser fruto do cruzamento natural entre o bourbon vermelho e a amarelo de Botucatu.

Porte alto, baixo vigor, sentindo muito após altas cargas e ao ataque de doenças sendo altamente suscetível a ferrugem, seus frutos são amarelos e apresenta maturação é precoce, em media de 20-30 dias antes do mundo novo. As sementes são geralmente peneira 16 tem um bom rendimento no beneficiamento. Apresenta produtividade 30% inferior ao mundo novo em espaçamentos convencionais (MATIELLO, 2005)

O seu diferencial esta na bebida que é de excelente qualidade, com característica aburbonada, é indicado para plantios em regiões altas acima de 1000m e para produção de cafés especiais.



FIGURA 14- cultivar bourbon



FIGURA 15- baixa produção e poucas folhas

## 5.6 CATUAÍ VERMELHO 144

Originado do cruzamento artificial entre caturra amarelo e o mundo novo. Esta hibridação foi registrada como H 2077 e as plantas que apresentavam frutos com exocarpo vermelho receberam a denominação catuaí vermelho, possui alta capacidade produtiva e porte baixo, bom vigor, mais rústica. Os internódios são curtos e as ramificações secundárias são abundantes, apesar do vigor fica depauperada após altas produção , e sob o período estresse hídrico ou deficiência nutricional.

A planta apresenta arquitetura cilíndrica e compacta, com altura variando de 2,0a 2,4m e diâmetro de copa de 1,7 a 2,10, as folhas adultas são de coloração verde escura brilhante e as folhas novas são verde claras.

A maturação é desuniforme, conseqüência de vários florescimentos que ocorrem de setembro a novembro com maturação entre maio e junho.

As sementes são de amanho médio, peneira 16 e boa qualidade de bebida. É indicado para plantios em renque e adensado, sendo uma das cultivares mais plantadas no país.



FIGURA 16- vista geral da planta



FIGURA 17- detalhe do fruto do cafeeiro catuaí

## 5.7 CATUCAÍ VERMELHO E CATUCAÍ AMARELO

São originárias de plantas de porte baixo de uma lavoura de icanú vermelho, acredita-se que sejam resultado do cruzamento natural entre icanú e catuaí apresentam frutos vermelho e amarelos.

Apresentam bom vigor vegetativo e porte baixo, podendo segregar para porte médio, a arquitetura é variável, é rica em folhagem e sua brotação pode ser verde ou bronze, na linhagens de catucaí amarelo predominam as plantas de broto bronze.

Os frutos são de tamanho médio, sendo em alguns casos graúdos. Sua maturação é mais precoce em alguns casos.

A resistência ferrugem é boa, com seleções completamente imunes e outras com 5% de plantas afetadas (GARCIA et al; 2005). É bem adaptada a regiões quentes e sofre menos nos períodos secos.



FIGURA 18- detalhe do fruto, alta carga pendente.



FIGURA 19- cultivar catucaí amarelo



FIGURA 20- cultivar catucaí vermelho



FIGURA 21- detalhe do fruto, alta carga pendente

## 6 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi instalado na escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, MG que fica situada no planalto de Poços de Caldas, com altitude média de 1100 m, temperatura media de 18 °C e precipitação média anual de 1605 mm, com o intuito de avaliar a reação de diferentes cultivares ao ataque da ferrugem (*hemileia vastatrix*). Foram utilizados 8 cultivares, sendo algumas variedades susceptíveis e outras resistentes ao ataque do patógeno. Todos os cultivares têm quatro anos de idade e foram instalados em espaçamento 0,8 X 2,2. A adubação e calagem fornecida aos cafeeiros seguiram a análise de solo e também 2 aplicações de yogen (N:12%; Mg:2%; S:8%; B:3%; Cu:0,1%; Mn:2,0%; Zn:10%) com tebuconazole nos meses de dezembro e fevereiro, sendo a dosagem de 1 l/ha de tebuconazole e 3kg de yogen espalhados com canhão.

Os cultivares analisados foram:

- Acaiá Cerrado;
- Bourbon Amarelo;
- Catuaí Rubi;
- Catuaí Vermelho;
- Catucaí Amarelo;
- Catucaí Vermelho;
- Paraíso e
- Topázio.

Foram realizados quatro monitoramentos nos meses de Março a Abril, com um intervalo de 18 dias entre eles. Os monitoramentos foram realizados em zig-zag, as plantas foram escolhidas ao acaso e do terço médio de cada planta foram retiradas o terceiro ou quarto par de folhas dos ramos plagiotrópicos dos dois lados da planta voltados para a rua. O procedimento foi realizado em 25 plantas de cada talhão, totalizando 100 folhas para cada cultivar. As folhas foram examinadas a procura dos sintomas da doença e as infectadas foram contadas originando a porcentagem de infecção. As folhas que não apresentaram pústulas esporuladas foram inoculadas por um período de três dias com temperatura e umidade propícias para se verificar a presença ou ausência do patógeno. Após este período procedeu-se à contagem total de pústulas esporuladas de ferrugem.

Na primeira coleta de folhas, após a contagem foi separada uma fração de 30 folhas que foram enviadas ao Laboratório de solos da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho onde foram realizadas as análises foliares.

Posteriormente foram coletadas amostras compostas de solo de cada talhão. Para a obtenção da amostra é necessário se coletar no mínimo 20 amostras simples, ou seja, em cada talhão se retirou 20 pequenas amostras de terra de 0-20cm da camada do solo, sob a projeção da copa (área adubada) em um caminhar em zig-zag, a seguir as amostras simples foram misturadas homogeneamente dando assim origem a amostra composta que foi posteriormente enviada ao Laboratório acima citado.

Com os dados das análises foliares foi realizado o Dris (Sistema integrado de diagnose e recomendação), que consiste em calcular os índices para cada nutriente, comparando-os com as normas de referencia e suas relações com os demais, comparando estas relações com os demais nutrientes de cada cultivar para diagnosticar possíveis desordens nutricionais. As análises de solo também foram estudadas, a fim de se conhecer as quantidades de nutrientes disponíveis no solo para a absorção das plantas.

A produção das cultivares foi estimada de modo empírico, levando-se em consideração a análise visual da quantidade de litros por planta.

Neste mesmo período as variações de temperatura e pluviosidade do município foram coletadas na estação meteorológica da escola Agrotécnica federal de Muzambinho.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A interpretação das análises de solo realizadas segundo orientação da 5ª Aproximação se encontram nos anexos 4 e 5 respectivamente, juntamente com as análises de solo. Os resultados do Dris e as análises foliares estão no anexo 6 .

Os resultados das análises de solo não mostraram problemas de ordem nutricional na disponibilidade de nutrientes para absorção das plantas.

Os resultados do índice DRIS indicaram cafeeiros bem nutridos com alguns casos de deficiências e outros de toxidez, porém nada com grande significância no desenvolvimento da doença.

Os índices DRIS das folhas revelaram que a adubação nitrogenada, a de Potássio e a de Cálcio estão dentro da faixa aceitável.

As temperaturas e a pluviosidade coletadas na Escola Agrotécnica federal de Muzambinho tiveram como média do mês de Março 23,2° C e 6,57 mm e do mês de Abril 22,7° C e 6,40 mm. O que mostra temperaturas e umidades próximas ao ideal para o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). Fato que pode ser observado nos gráficos abaixo.

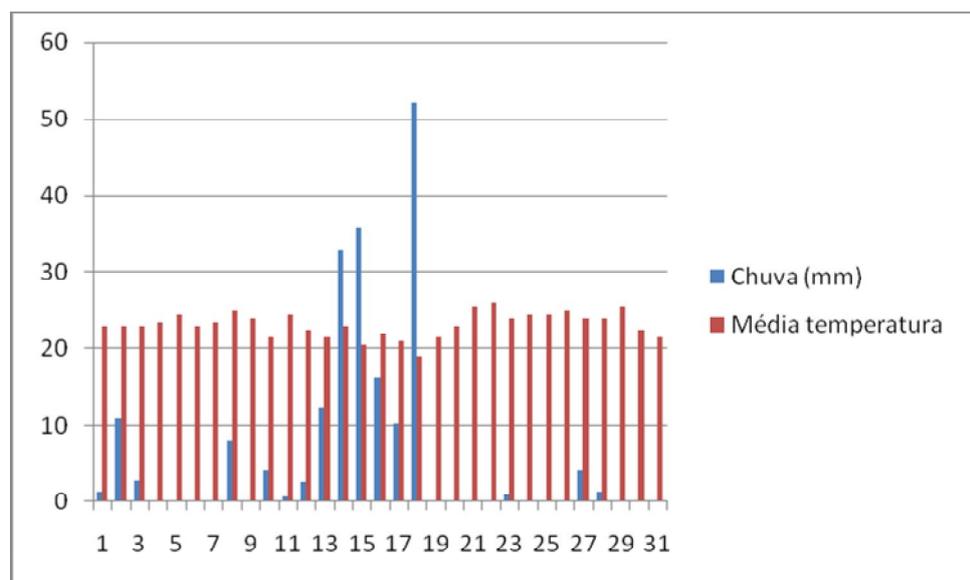


GRÁFICO 1- Média de temperatura e pluviosidade no mês de março.

Este mês apresentou chuvas concentradas principalmente de 11° ao 18° dias, com temperaturas em torno de 23 C°, bastante favorável a proliferação do fungo de *Hemileia vastatrix*, que pode ser observado, já formado na terceira amostragem.

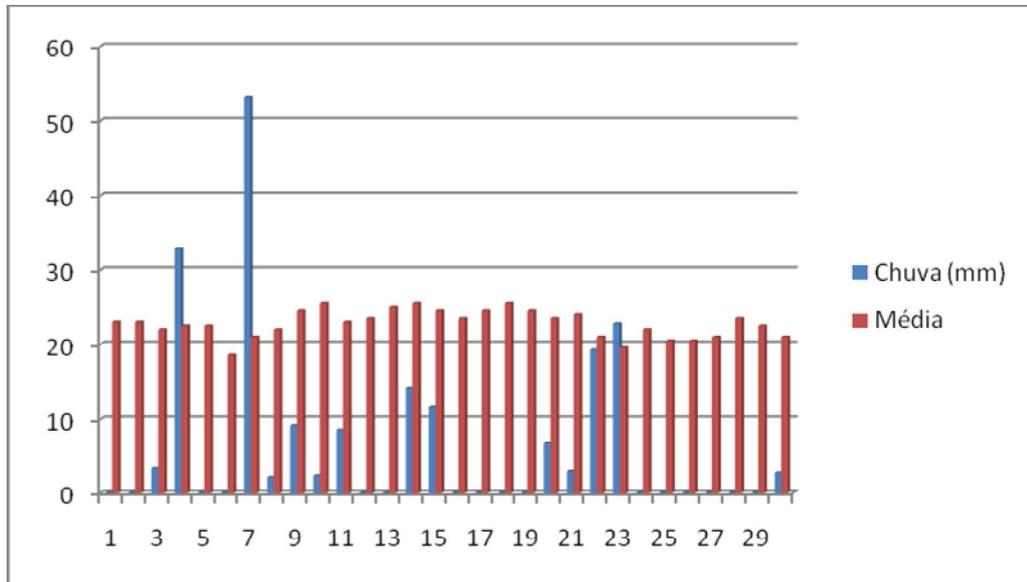


GRÁFICO 2- Média de temperatura e pluviosidade no mês de abril.

Neste mês as chuvas foram mais esparças, mas a temperatura se manteve na mesma média ocasionando a continuidade no processo de disseminação e infecção por *Hemileia vastatrix*

A produção das cultivares foram estimadas através de métodos empíricos (observação visual) e estão relacionadas na tabela abaixo.

TABELA 1: Mostra a estimativa de produção em litros por planta e sacas por hectare das cultivares utilizadas no experimento.

ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO SAFRA 2008

Cultivares	Produção l/ planta	Produção l/ha	Produção SC/ha
Acaiá cerrado	3,5	19887	41
Bourbon	5	28410	59
Catuaí vermelho	5,5	31251	65
Catuaí amarelo	6	34092	71
Catuaí vermelho	6	34092	71
Paraíso	4	22728	46
Rubi	6	34092	71
Topázio	6	34092	71

TABELA 2: Mostra os resultados dos monitoramentos nos meses de março e abril

## MONITORAMENTO DE FERRUGEM NOS MESES DE MARÇO E ABRIL

Cultivar	% de ferrugem 4/03/2008	% de ferrugem 21/03/2008	% de ferrugem 10/04/2008	% de ferrugem 28/04/2008	Media infecção no período
Catuaí vermelho	2	0	0	07	2,25
Acaiá cerrado bourbon	0	1	16	5	5,5
Catuaí	2	5	45	21	18,25
Paraíso	0	1	0	10	2,75
topázio	0	0	1	0	0,25
Catuaí amarelo	3	1	19	9	8
rubi	4	0	4	14	5,5
	0	2	11	0	3,25

Localizados abaixo se encontram os gráficos de cada cultivar e seu respectivo monitoramento.

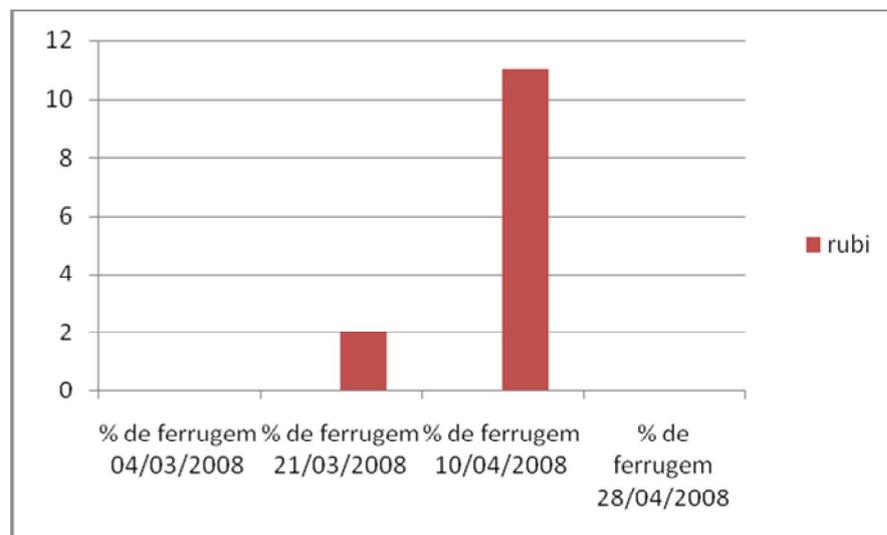


GRÁFICO 3 - % de infestação de ferrugem na cultivar rubi

A cultivar rubi apresentou nível de controle para a ferrugem apenas na terceira amostragem, devido às condições climáticas favoráveis no período, porém quarta amostragem não se observou a presença do patógeno nas plantas, já que neste período as chuvas foram menos

freqüentes e a temperatura abaixou. Com produtividade esperada de 6 l/planta, o índice de infestação do Café Rubi menor depauperamento do cafeeiro.

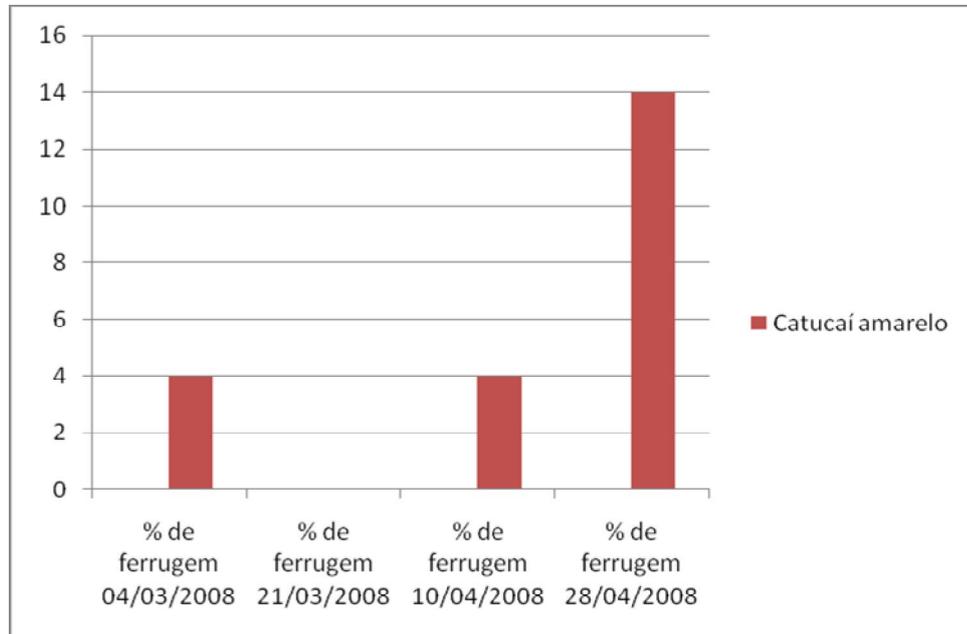


GRÁFICO 4 - % de ferrugem na cultivar catucaí amarelo

A cultivar catucaí amarelo (resistente a ferrugem) sofreu certa pressão da doença, chegando ao nível de controle na ultima amostragem. Esta infestação pode estar associada à alta carga pendente do cafeeiro, com produção estimada em 6l por planta. O que possivelmente pode estar relacionado com alta carga estimada de e sua maturação bastante uniforme, o que leva a planta a um grande stress de produção.

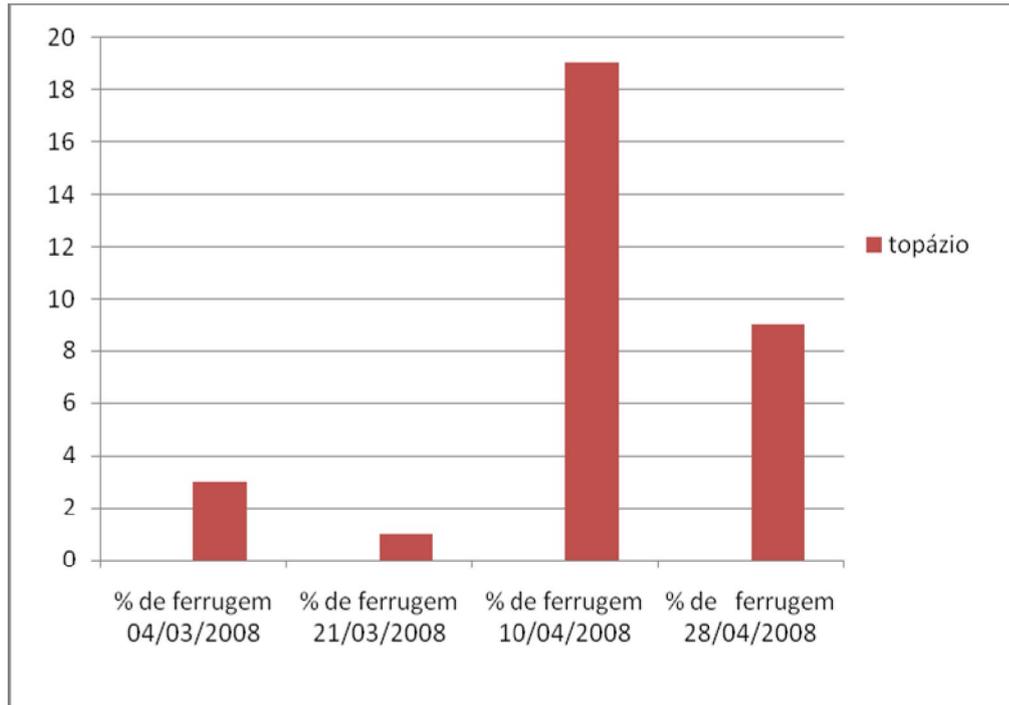


GRÁFICO 5 - % de ferrugem na cultivar topázio

Ocorreu a presença do patógeno em todas as amostragens, sendo que nas duas últimas alcançou níveis elevados, fato que também está relacionado à alta carga pendente, mas que requer cuidados, podendo vir a caracterizar a ferrugem tardia, se as condições climáticas continuarem a favorecer a disseminação do fungo.

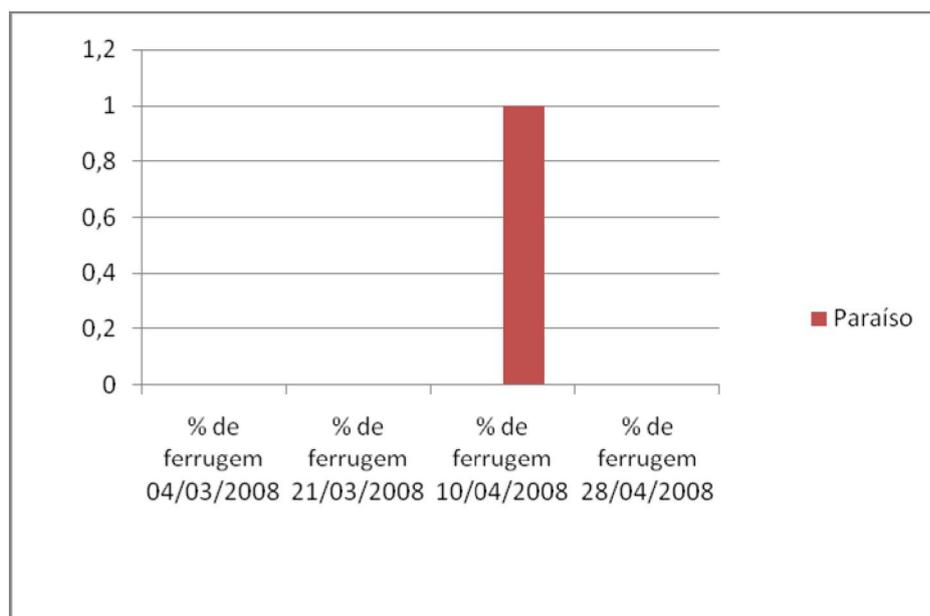


GRÁFICO 6 - % de ferrugem na cultivar paraíso

Paraíso, cultivar resistente que apresentou pouca presença do fungo, apenas na terceira amostragem, quando as condições climáticas foram mais favoráveis ao desenvolvimento da doença , no entanto a resistência e as condições climáticas impediram que os fungos continuassem a se proliferar.

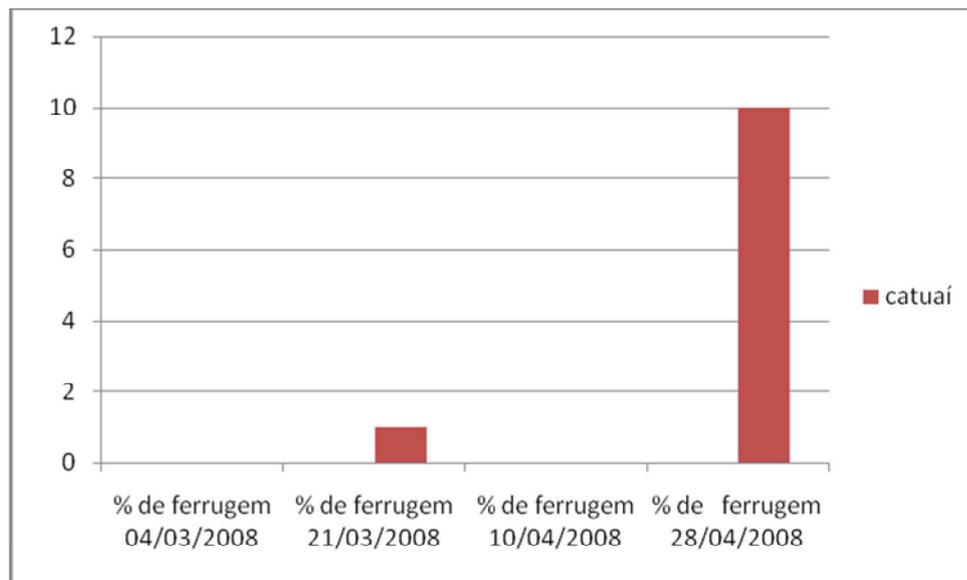


GRÁFICO 7 - % de ferrugem na cultivar catuaí

Apesar de ser uma cultivar suscetível a ferrugem e estar com alta carga pendente, não foi muito prejudicada, por estar nutricionalmente equilibrada, neste talhão a ferrugem se manifestou mais tardia, somente na ultima amostragem, mas requer muitos cuidados, visto que se as condições climáticas continuarem a favorecer a doença, a desfolha será intensa.

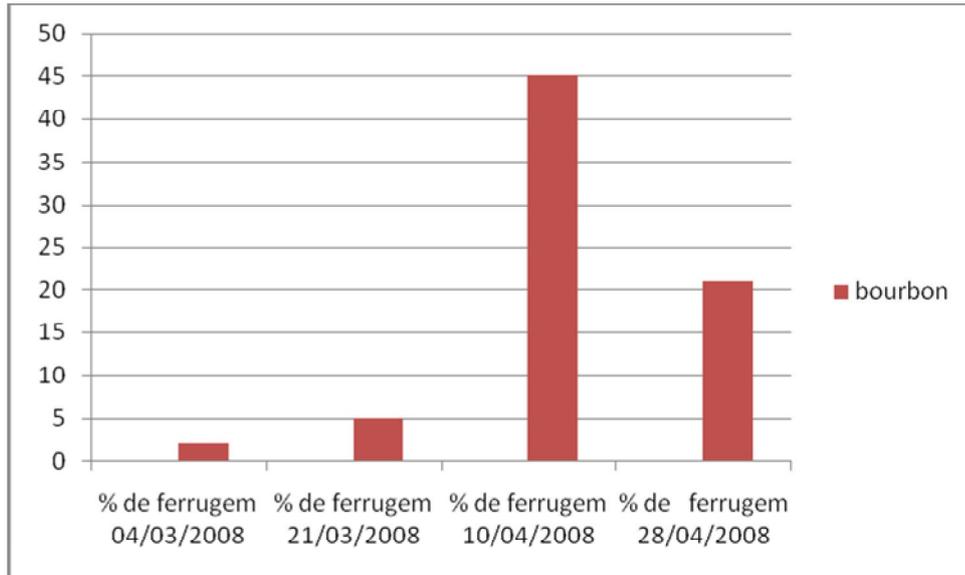


GRÁFICO 8 - % de ferrugem na cultivar bourbon

Cultivar que mais sofreu com o ataque da ferrugem, é um cultivar sensível, e apesar de estar nutricionalmente equilibrada, já apresenta grande desfolha, que pode piorar se não forem tomados os devidos procedimentos para efetuar o controle curativo no talhão.

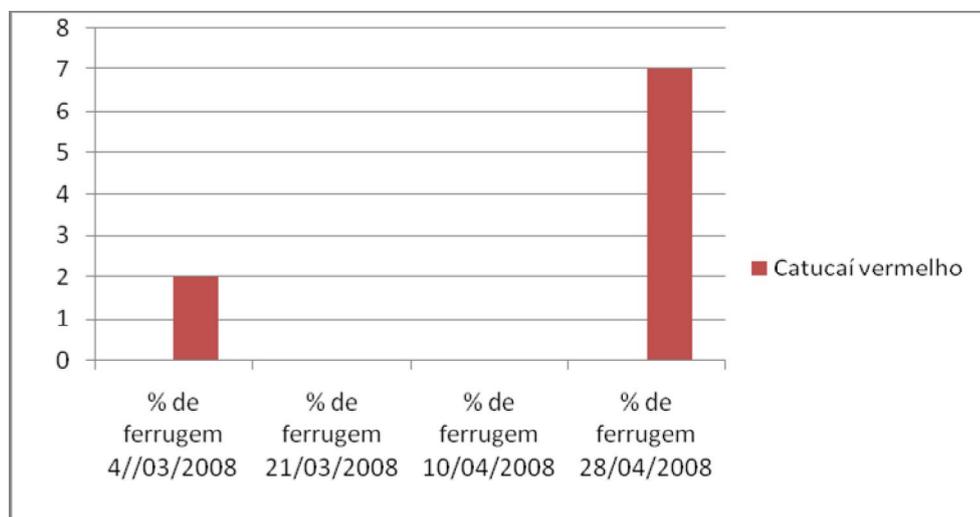


GRÁFICO 9 - % de ferrugem na cultivar catucaí vermelho

Cultivar também resistente a ferrugem, que apresentou a incidência acentuada na ultima amostragem, obtendo nível de controle. São plantas que estão nutricionalmente equilibradas e com alta carga pendente, fator que pode ser preponderante ao ataque de *Hemileia vastatrix*. Está resistindo bem ao ataque e visualmente não apresenta desfolha.

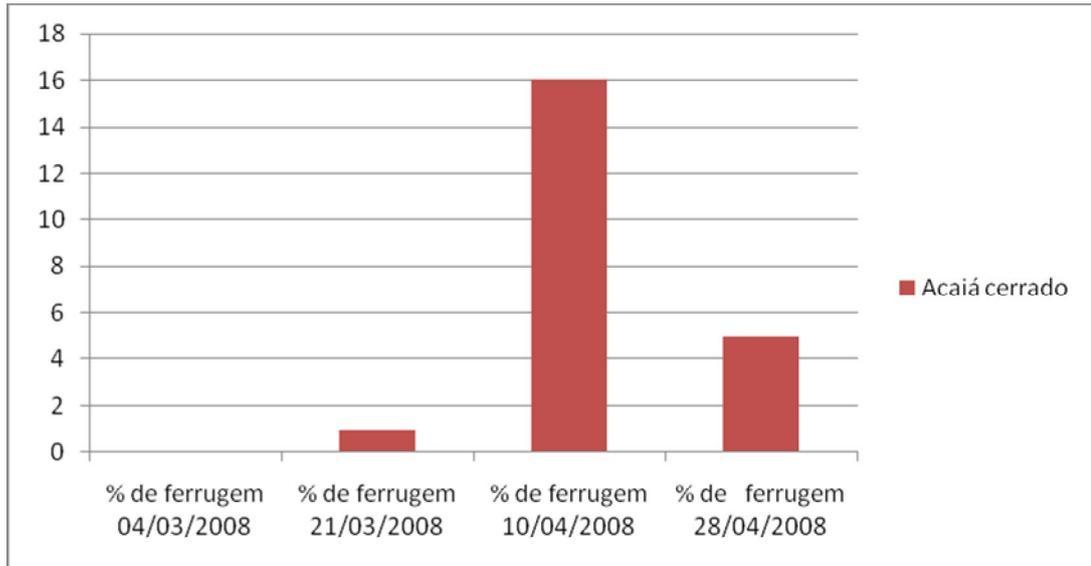


GRÁFICO 10 - % de ferrugem na cultivar acaíá cerrado

Cultivar também suscetível a ferrugem que apresentou alto índice presença da doença nas duas últimas amostragens. Esta cultivar já está sentindo os reflexos da exposição à doença, pois começa a perder folhas, está com carga pendente boa e nutricionalmente equilibrada.

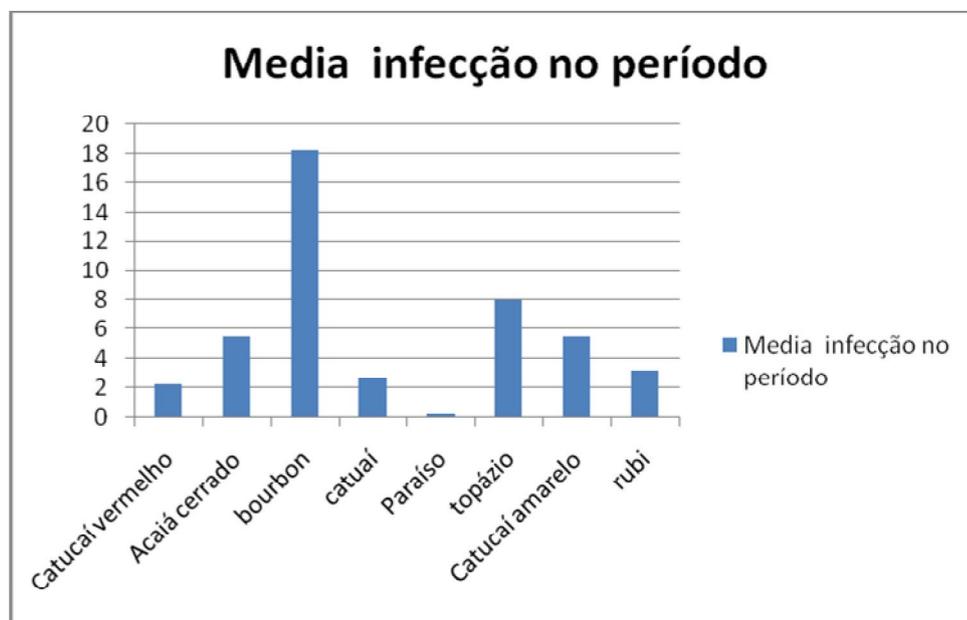


GRÁFICO 11- Média de todas as infestações no período do experimento.

Através de gráfico é possível perceber que a cultivar que mais sofreu com o ataque da ferrugem foi a bourbon, seguida de topázio, acaíá cerrado, catucaí amarelo, rubi, catuaí, catucaí vermelho e paraíso.

Como era de se esperar as cultivares resistentes foram as que apresentaram menores índices de infestação, catucaí amarelo apresentou índice pouco acima do recomendado para o controle químico. Catucaí por ser uma cultivar mais rústica e estar bem nutrida, não sofreu muitos danos, sendo considerando a media, não alcançou nível de controle. Cultivares como bourbon e topázio que são altamente sensíveis a doença, e também por apresentarem boas produções foram as que mais refletiram o ataque do fungo.

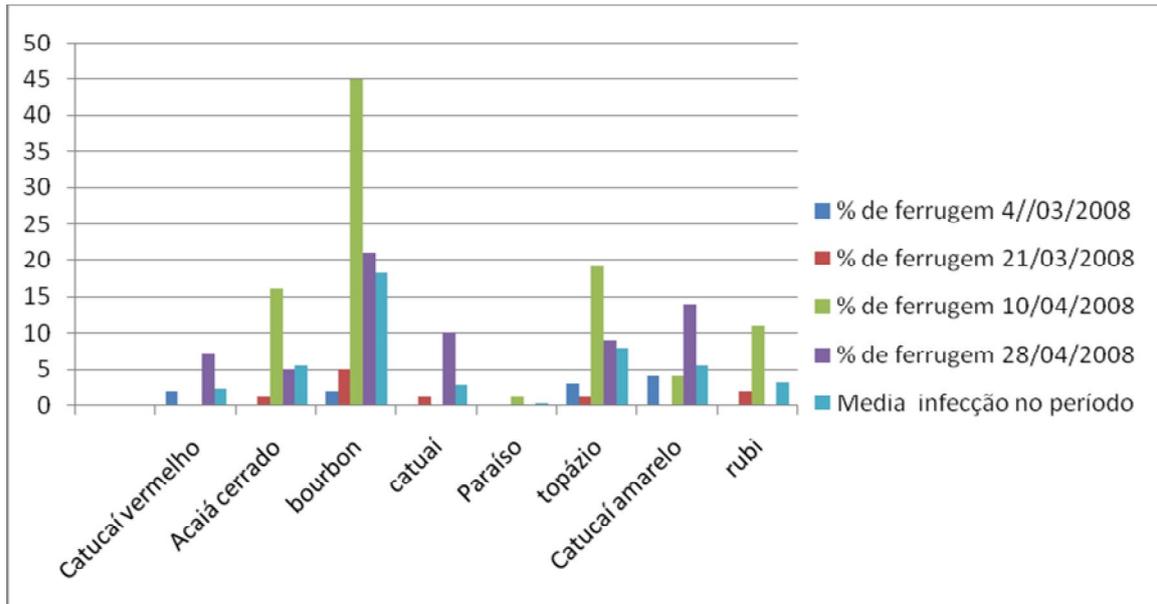


GRÁFICO 12- visão geral dos 4 monitoramentos, realizados.

Este gráfico mostra claramente que o período de maior ataque da doença ocorreu dias antes ao terceiro monitoramento, realizado em 10/04/2008, o que confirma a premissa de que as condições climáticas neste período favoreceram a explosão populacional do fungo.

## 8 CONCLUSÃO

Levando em consideração a produtividade e a resposta ao ataque de ferrugem é possível concluir, para as condições do experimento realizado que as cultivares resistentes apresentaram-se superiores em relação às cultivares suscetíveis ao ataque do fungo. Merece destaque as cultivares de catucaí amarelo e vermelho que apresentaram ótimo desempenho produtivo e pouca pressão por ocasião da doença. Outra cultivar que merece destaque é a catucaí vermelha que é amplamente difundida na região e que mesmo com alta carga não apresentou grandes índices de infestação. A cultivar que apresentou-se menos produtiva e com problemas com a ferrugem foi a acaíá cerrado.

Para se poder afirmar com convicção quais os cultivares que apresentam melhores resultados é necessário que se dê continuidade ao trabalho de monitoramento nos anos que se seguem, para que com base em um maior número de dados seja possível recomendar com mais segurança aos produtores as cultivares que aliem produtividade, rusticidade, e tolerância eficaz ao fungo de *Hemileia vastatrix*.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUÑA, R.S. **Epidemiologia e controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)** Imprensa Universitária, Viçosa, Minas Gerais, 140p. 1996 (Tese de Doutorado)

ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A. & FIGUEIREDO, P. **Condições climáticas e níveis de infecção da ferrugem do cafeeiro em *C. arabica* L.** In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 5, Guarapari ES, 1977. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-CERCA, p.108-109. 1977.

ALMEIDA, S.R. **Doenças do cafeeiro.** In: RENA, A.B., MALAVOLTA, E., ROCHA, M. & YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, p. 391-399. 1986.

ALMEIDA, S.R. Doenças do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. & YAMADA, T. (coord.). **Cultura do cafeeiro: Fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba, Associação para Pesquisa da Potassa e do Fosfato: 391-400. 1986.

BETTENCOURT, A J. **Melhoramento genético do cafeeiro: transferência de fatores de resistência a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. para as principais cultivares de *Coffea arábica*.** Lisboa, 1981. 93 p. Tese (Doutorado) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, 1981.

BETTENCOURT, A J.; LOPES, J. **Transferência de fatores de resistência a *Hemileia vastatrix* do Híbrido de Timor para o cultivar Caturra Vermelho de *Coffea arábica*.** In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 4, Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1976. p.287-294.

CAMARGO, L.E.A; BERGAMIM FILHO, A . Controle genético. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. ( Eds). **Manual de fitopatologia.** Principios e conceitos ( VOL I). São Paulo: Editora Ceres, p. 729-760.

CARNEIRO FILHO, F. & ISHIZAKA, A.M. **Controle da ferrugem do cafeeiro com diversos fungicidas protetores, sistêmicos e em mistura com inseticidas em aplicações no solo e foliar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16 Espírito Santo do Pinhal, 1990. Resumos... Rio de Janeiro, LBC: 98-9. 1990.

CARVALHO, A.; FAZUOLI, L.C. Café. In.: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P., eds. **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1993. v.1. p.29-76.

CARVALHO, A.; SCARANARI, H.J.; ANTUNES FILHO, H.; MÔNACO, L.C. **Melhoramento do cafeeiro: XXII. Resultados obtidos no ensaio de seleções regionais de Campinas**. Bragantia, Campinas, 20(30):711-740, 1961.

CARVALHO, V.C. & SOUZA, S.M.C. **Ferrugem: doença mais importante do cafeeiro**. Circular técnica. Lavras: EPAMIG, (87). 1998.

CARVALHO, V.L. & CHALFOUN, S.M. **Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 193 (19):27-35, 1998.

CHALFOUN, S.M. & ZAMBOLIM, L. **Ferrugem do cafeeiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11 (126): 42-46. 1985.

CHALFOUN, S.M. **Importância da chuva e da temperatura do ar na incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) em cafeeiros de três localidades do Estado de Minas**. Lavras, ESAL, 50p. (Tese Mestrado). 1980.

CHALFOUN, S.M.; ZAMBOLIM, L. Ferrugem do cafeeiro. **Informe agropecuário**, v.11, p. 42-46, 1985.

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.220-224.

CHAVES, M. G.; CRUZ FILHO, J Da.; CARVALHO, M. G.; MATSUOKA, K.; COELHO, D.T.; SHIMOY, C.A. Ferrugem do cafeeiro ( *Hemileia vastatrix* Berk & Br). Revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. **Seiva**, v.30, 1970. Edição especial. 75p.

D'OLIVEIRA, B. **As Ferrugens do cafeeiro**. Revista do Café Português. 1:5-13; 2:5-12; 2:5-13; 2:9-17; 2:5-22; 4:5-15;. 1954-1957.

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 CAFEIRAS, 9, São Lourenço, 1981. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1981 p.186-188.

FONTES, J. R.M.; SAKIYAMA, N. S.; CARDOSO, A.A.; ZAMBOLIM, L.; PEREIRA, A.A. Avaliação de híbridos F1 de café (*coffea arabica* L) e respectivos progenitores com marcadores RAPD. **Revista Ceres**, v.49, p.283-294, 2002.

GARÇON, C.L.P.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do.; COSTA, H.; SILVA, M. B. **Progresso da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) do cafeeiro (*coffea arabica* L.) em diferentes altitudes**. In: SIMPOSIO DE PESQUISAS DOS CAFES DO BRASIL. v.1; 2000. Poços de Caldas, Mg. Resumos Expandidos...p.237-240.2000

GODOY, C. V.; BERGAMIM FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro. In: **Manual de fitopatologia**. Doenças das plantas cultivadas ( VOL II). São Paulo: Editora Ceres, 1997. P. 184-2000.

KRÜGNER, T.L. **Ação do ambiente sobre doenças de plantas**. In: GALLI, F.; coord. **Manual de Fitopatologia**, 2. ed., São Paulo, Agronômica Ceres, 1: 215-225. 1978.

MARIOTTO, P.R.; FIGUEIREDO, P.; SILVEIRA, A.P.; JUNIOR, G., ARRUDA, H V.;

LOPES, H.; OLIVEIRA, E.G.; JUNIOR, B.L.F.J. & OLIVEIRA FILHO, N.L. **Estudos sobre o controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) e seus efeitos na produção, nas condições do estado de São Paulo**. O Biológico, 45 (9-10): 165-174. 1976.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Comparação de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem do cafeeiro sob condições de alta infestação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 22, Águas de Lindóia- SP, 1996. Resumos... Rio de Janeiro, MAA/ PROCAFE/PNFC, 1996. P.1-2.

MATIELLO, J.B. PINHEIRO, M.R. & FERREIRA PINTO, J. **Controle da ferrugem do cafeeiro com diversos fungicidas, protetores e sistêmicos, com aplicações no solo, tronco e foliar**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS. Resumos... Maringá, MDIC-IBC, 15: 6-8. 1989.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. **Variedades de café – como escolher, como plantar**. Boletim Técnico MA/PROCAFÉ, 1997, 64p.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; FERREIRA, R.A. Eficiência do Hexaconazole ( ANVIL) em associações com zinco e cobre no controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS. Resumos... Caxambu, MG, p. 35-37. 1984.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; PAULINI, A.E.; MIGUEL, A.E. & GUIMARÃES, P.M. **Efeito de espaçamento do cafezal sobre a incidência de ferrugem e bicho mineiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9. São Lourenço, MG., 1981. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA. p.13-14. 1981.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B. & ALMEIDA, S.R. **Espaçamento e condução do cafeeiro.** In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. & YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, p.303-322. 1986.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B. & MANSK, Z. **Efeito associado da nutrição e pulverização com fungicidas no controle da cercosporiose em frutos do cafeeiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, Caxambu, MG., 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, p.91-94. 1976.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; FLORENCE, M. L. D. **Correlação entre desenvolvimento da infecção da ferrugem do cafeeiro em diferentes níveis de produção, em ramos isolados.** **Congresso Brasileiro Pesquisas Cafeeiras**, 12, 1985. P.64.

MONTOYA, R. H; CHAVES, G.M. **Influência da temperatura e da luz na germinação, infectabilidade e período de incubação de Hemileia Vastatrix Berk. & Br.** **Experientiae**, v.18vp. 239-266, 1974.

OLIVEIRA, G.E. & TOLEDO FILHO, J.A. **Nova tecnologia no controle da ferrugem.** **Correio Agrícola - Bayer**, São Paulo, (3): 6-8. 1987.

PEREIRA, A.A.; SAKIYAMA, N. S. **Melhoramento genético do cafeeiro visando resistência às doenças.** In: II Simpósio de Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas - Genética e Melhoramento do Cafeeiro. Lavras-MG., 117 - 140p. 1999.

PEREIRA, A.A.; SAKIYAMA, N.S. 1999. **Cultivares melhoradas de café arábica.** In: ZAMBOLIM (ed). **Produção de Café Com Qualidade.** Viçosa, MG, Brasil. p.241-257.

RENA, A.B.; NACIF, A.P. & PEREIRA, A.A. **Fisiologia de cafeeiro em plantios adensados.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. Anais... Londrina: IAPAR, p.320. 1994.

SILVA, M.B.; JUNIOR, W.C.J. **Monitoramento espaço-temporal: uma ferramenta no manejo Integrado de doenças.** In: ZAMBOLIM, L. (Ed). **Manejo integrado. Doenças pragas e plantas daninhas.** Visconde do Rio Branco, MG: Suprema Gráfica e Editora LTDA. 2000. P. 127-168.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G. M. CAFÉ ( *coffea arabica* L ). Controle de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: **Controle de doenças de plantas**. V1. 1997, p83-180.

ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; PEREIRA, A.A. **Manejo integrado das doenças do cafeeiro em cultivo adensado**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. Anais... Londrina: IAPAR, p.320. 1994.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VALE, F. X. R. do. Táticas de controle no manejo integrado de doenças. In: ZAMBOLIM, L. ( Ed). **Manejo integrado de doenças e pragas. Iº Encontro**. Viçosa- MG, 1999 p. 69-98.

ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M.C. del P. & CHAVES, G.M. Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 11 (131): 64-75. 1985.

ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; PEREIRA, A.A. & CHAVES, G.M. **Manejo integrado das doenças do cafeeiro**. In: ZAMBOLIM, L. (editor). **Encontro sobre produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, p.134-215. 1999.

ZAMBOLIM, L.; Vale, F. X. R. do; Pereira, A. A. & Chaves, G. M. **Manejo Integrado das doenças do cafeeiro**. In: Encontro sobre produção de café com qualidade. Zambolim, L. (ed.) Viçosa, UFV: 135-215. 1999.

## 10 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

30º congresso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras, Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento, fundação Procafé, São Lourenço 9 a 12 de novembro de 2004.

A ferrugem do cafeeiro e seu controle- Matiello e Almeida; Varginha , MG, 2006.p. 98.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª. aproximação.** Lavras, 359p. 1999.

Cultura de café no Brasil – pequeno manual pratico; 1º edição março de 1986 IBC

FAZUOLI, L.C.; MEDINA FILHO, H.P.; GUERREIRO FILHO, O.; GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M.B.; GALLO, P.B. **Cultivares de café selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas.** p. 488-493. In. I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Resumos Expandidos, vol. 1. Poços de Caldas-MG.

O estado da arte de tecnologias na produção de café/ Laercio Zambolim- Voçosa: UFV, Departamento de fitopatologia, 2002. 568p.:Il.

RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura da Cafeeiro, fatores que afetam a produtividade.** POTAFOS, Piracicaba, SP. 447p. 1986.

SERA, T.; ANDRACIOLI FILHO, A.; CARDOSO, R.M.L.; DIAS, M.C.L.L.; GUERREIRO, A.; SILVA, E. IAPAR - 59 **Cultivar de café para plantio adensado.** In. Simpósio Internacional Sobre Café Adensado, Londrina, PR, 1994. Resumos... p.38.

## ANEXOS

### ANEXO 1 - Temperatura e pluviosidade do mês de março

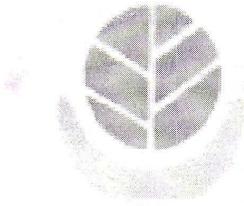
#### Março

<b>Dia</b>	<b>Temp. Mín. (° C)</b>	<b>Temp. Máx. (° C)</b>	<b>Chuva (mm)</b>	<b>Média</b>
1	19	27	1,4	23
2	18	28	11	23
3	17	29	2,8	23
4	17	30	0	23,5
5	18	31	0	24,5
6	16	30	0	23
7	14	33	0	23,5
8	18	32	8,2	25
9	15	33	0	24
10	18	25	4,2	21,5
11	18	31	0,6	24,5
12	18	27	2,6	22,5
13	18	25	12,4	21,5
14	18	28	32,8	23
15	15	26	35,6	20,5
16	16	28	16,4	22
17	18	24	10,4	21
18	14	24	52,2	19
19	15	28	0	21,5
20	16	30	0	23
21	19	32	0	25,5
22	19	33	0	26
23	18	30	1	24
24	18	31	0	24,5
25	18	31	0	24,5
26	18	32	0	25
27	17	31	4,2	24
28	19	29	1,4	24
29	19	32	0	25,5
30	16	29	0	22,5
31	13	30	0	21,5
<b>Média</b>	17,09677	29,32258	6,573333	23,20968

## ANEXO 2- temperatura e pluviosidade do mês de abril

	Temp. Mín. (° C)	Temp. Máx. (° C)	Chuva (mm)	Média
1	13	33	0	23
2	15	31	0	23
3	14	30	3,4	22
4	18	27	32,8	22,5
5	18	27	0	22,5
6	17	20	0	18,5
7	18	24	53,2	21
8	18	26	2,2	22
9	19	30	9,2	24,5
10	18	33	2,4	25,5
11	18	28	8,6	23
12	16	31	0	23,5
13	18	32	0	25
14	18	33	14,2	25,5
15	18	31	11,6	24,5
16	17	30	0	23,5
17	17	32	0	24,5
18	18	33	0	25,5
19	17	32	0	24,5
20	18	29	6,8	23,5
21	18	30	3	24
22	15	27	19,2	21
23	14	25	22,8	19,5
24	15	29	0	22
25	13	28	0	20,5
26	14	27	0	20,5
27	14	28	0	21
28	14	33	0	23,5
29	12	33	0	22,5
30	10	32	2,8	21
Média	16,06667	29,46667	6,406667	22,76667

## ANEXO 3 - Análise Foliar



### ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE MUZAMBINHO

Estrada de Muzambinho, Km35 - Caixa Postal 02

CEP: 37.890-000 - Muzambinho-MG

Telefone: (0xx35) 571-1529

E-mail: [eafmuz@eafmuz.gov.br](mailto:eafmuz@eafmuz.gov.br)

### LABORATÓRIO DE ANÁLISE FOLIAR

REGISTRO Nº: 43

ENTRADA: 05/03/2008

SAÍDA: 17/03/2008

CLIENTE: EAFMUZ

ENDEREÇO: TECNOLOGO CAFE

BAIRRO: MORRO PRETO

CIDADE: MUZAMBINHO

CEP: 37890-000

TEL: 3571-1529

FAX: 3571-1529

VALOR:

IDENTIFICAÇÃO: PROF.<sup>a</sup> ANA LÍGIA/PATRÍCIA MUNICÍPIO: MUZAMBINHO

### RESULTADOS ANALÍTICOS

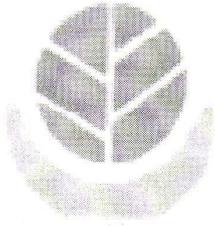
Ref. Lab.	Referência do Cliente	N	P	K
		dag/kg (%)		
208	Nº 01 - RUBI	2,94	0,18	2,54
209	Nº 02 - CATUCAI AMARELO	2,80	0,18	2,30
210	Nº 03 - PARAÍSO	2,66	0,20	2,29
211	Nº 04 - CATUCAI VERMELHO	2,92	0,21	2,66
212	Nº 05 - TOPAZIO	3,03	0,18	2,39
213	Nº 06 - BOMBOM	2,85	0,19	2,49

Ref. Lab.	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	dag/kg			mg/kg				
208	1,19	0,21	0,28	14,10	63,7	662,9	18,70	32,5
209	1,30	0,28	0,22	13,00	59,5	296,4	19,00	27,0
210	1,04	0,17	0,26	8,30	67,3	308,1	22,60	39,0
211	1,02	0,20	0,21	11,30	72,4	569,5	17,30	29,6
212	1,16	0,22	0,25	12,50	48,0	386,6	12,90	46,4
213	0,70	0,16	0,24	10,50	50,2	521,3	20,70	31,8



*Elaine Cristina Ferreira*  
Química Responsável

*Elaine Cristina Ferreira*  
Química Responsável  
CRQ: 02101214



## ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE MUZAMBINHO

Estrada de Muzambinho, Km35 - Caixa Postal 02

CEP: 37.890-000 - Muzambinho-MG

Telefone: (0xx35) 571-1529

E-mail: [eafmuz@eafmuz.gov.br](mailto:eafmuz@eafmuz.gov.br)

### LABORATÓRIO DE ANÁLISE FOLIAR

REGISTRO Nº: 44

ENTRADA: 05/03/2008

SAÍDA: 17/03/2008

CLIENTE: EAFMUZ

ENDEREÇO: TECNOLOGO CAFE

BAIRRO: MORRO PRETO

CIDADE: MUZAMBINHO

CEP: 37890-000

TEL: 3571-1529

FAX: 3571-1529

VALOR:

IDENTIFICAÇÃO: PROF.<sup>a</sup> ANA LÍGIA/PATRÍCIA MUNICÍPIO: MUZAMBINHO

### RESULTADOS ANALÍTICOS

Ref. Lab.	Referência do Cliente	N	P	K
		dag/kg (%)		
214	Nº 07 - CATUAÍ	2,99	0,16	2,06
215	Nº 08 - ACAIA CERRADO	3,01	0,19	2,51

Ref. Lab.	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	dag/kg $\frac{1}{1}$			mg/kg				
214	0,99	0,25	0,22	10,30	59,4	361,2	11,50	49,9
215	0,96	0,18	0,21	10,30	47,7	581,5	18,50	41,1

*Elaine Cristina*  
Química Responsável  
*Elaine Cristina Ferreira*  
Química Responsável  
CRQ: 02101214



## ANEXO 4 – análise de solo

**REGISTRO Nº:** 53

**CLIENTE:** EAFMUZ

**ENDEREÇO:** AGROPECUÁRIA

**BAIRRO:** MORRO PRETO

**CIDADE:** MUZAMBINHO

**CEP:** 37890-000

**TEL:** 3571-1529

**IDENTIFICAÇÃO:** PRF. ANA LÍGIA (TECNÓLOGO) **MUNICÍPIO:** MUZAMBINHO

Ref. Lab.	Referência do Cliente	pH		P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al
		H <sub>2</sub> O		mg/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>			
121	Talhão Paraíso	5,8	-	49,8	93	-	2,25	0,80	0,0	2,9
122	Talhão Acaiá	5,9	-	53,6	102	-	2,42	0,91	0,0	2,5
123	Talhão Bourbon	5,3	-	32,6	85	-	1,95	0,71	0,0	3,1
124	Talhão Rubi	5,4	-	45,6	87	-	2,21	0,78	0,0	3,2
125	Talhão Topázio	5,7	-	45,1	89	-	2,19	0,81	0,0	2,8
126	Talhão Catucaí A e V	5,8	-	46,8	79	-	1,85	0,74	0,0	2,9
127	Talhão Catucaí	5,6	-	43,6	87	-	1,68	0,75	0,0	3,1

	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	cmol/dm <sup>3</sup>			%			dag/kg	mg/L	mg/dm <sup>3</sup>				
121	3,29	3,29	6,19	53,2	0,0	-	2,23	-	10,9	53,0	28,3	2,24	0,52
122	3,59	3,59	6,09	54,1	0,0	-	2,57	-	8,3	51,0	31,2	2,31	0,61
123	2,88	2,88	5,98	49,2	0,0	-	2,23	-	7,1	50,9	29,1	2,10	0,49
124	3,21	3,21	6,41	57,8	0,0	-	2,75	-	11,2	52,9	27,3	2,35	0,61
125	3,23	3,23	6,03	54,3	0,0	-	2,19	-	9,05	49,1	27,5	2,14	0,48
126	2,79	2,79	5,69	48,3	0,0	-	2,48	-	7,4	48,9	25,4	1,95	0,45
127	2,65	2,65	5,75	60,3	0,0	-	2,86	-	11,2	52,5	29,1	2,31	0,53

## ANEXO 5 - Interpretação da Análise de Solo

Ref.	Referência do Cliente	pH	P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al
Lab.		H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>			
121	Talhão Paraíso	Bom	- Muito bom	Bom	-	Médio	Médio	Muito Baixo	Médio
122	Talhão Acaíá	Bom	- Muito bom	Bom	-	Bom	Bom	Muito Baixo	Médio
123	Talhão Bourbon	Baixo	- Muito bom	Bom	-	Médio	Médio	Muito Baixo	Médio
124	Talhão Rubi	Baixo	- Muito bom	Bom	-	Médio	Médio	Muito Baixo	Médio
125	Talhão Topázio	Bom	- Muito bom	Bom	-	Médio	Médio	Muito Baixo	Médio
126	Talhão Catucaí A e V	Bom	- Muito bom	Bom	-	Médio	Médio	Muito Baixo	Médio
127	Talhão Catuaí	Bom	- Muito bom	Bom	-	Médio	Médio	Muito Baixo	Médio

Ref.	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Lab.	cmol/dm <sup>3</sup>			%			dag/kg	mg/L	mg/dm <sup>3</sup>				
121	Médio	Médio	Médio	Médio	Muito Baixo	-	Médio	-	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
122	Médio	Médio	Médio	Médio	Muito Baixo	-	Médio	-	Alto	Alto	Alto	Alto	Bom

123	Médio	Médio	Médio	Médio	Muito Baixo	-	Médio	-	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
124	Médio	Médio	Médio	Médio	Muito Baixo	-	Médio	-	Alto	Alto	Alto	Alto	Bom
125	Médio	Médio	Médio	Médio	Muito Baixo	-	Médio	-	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
126	Médio	Médio	Médio	Médio	Muito Baixo	-	Médio	-	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
127	Médio	Médio	Médio	Bom	Muito Baixo	-	Médio	-	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio

## **ANEXO 6 - Dris- Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação de todas as cultivares utilizadas.**

### **Acaia Cerrado**

$IBN_{MÉDIO} > ID > -IBN_{MÉDIO}$

24,7044 > 6,7397 > -24,7044 O nutriente N está dentro da faixa aceitável

24,7044 > 8,0616 > -24,7044 O nutriente P está dentro da faixa

24,7044 > 6,8334 > -24,7044 O nutriente K está dentro da faixa aceitável

24,7044 > 2,3149 > -24,7044 O nutriente Ca está dentro da faixa aceitável.

24,7044 > -10,4167 > -24,7044 O nutriente Mg está dentro da faixa aceitável.

24,7044 > 66,9276 > -24,7044 Neste caso o nutriente Zn se apresenta em toxidez.

24,7044 > -16,8776 > -24,7044 O nutriente Fe está dentro da faixa aceitável

24,7044 > 38,7288 > -24,7044 Neste caso o nutriente Mn se apresenta em toxidez

24,7044 > -18,5345 > -24,7044 O nutriente Cu está dentro da faixa aceitável

24,7044 > -71,6092 > -24,7044 Neste caso o nutriente B se apresenta em deficiência.

### **Bourbon Amarelo**

25,0180 > 7,9410 > -25,0180 O nutriente N está dentro da faixa aceitável

25,0180 > 9,9030 > -25,0180 O nutriente está dentro da faixa aceitável

- 25,0180 > 8,1013 > -25,0180 O nutriente K está dentro da faixa aceitável
- 25,0180 > -1,3947 > -25,0180 O nutriente Ca está dentro da faixa aceitável
- 25,0180 > -10,02927 > -25,0180 O nutriente Mg está dentro da faixa aceitável
- 25,0180 > 67,6879 > -25,0180 Neste caso o nutriente Zn se apresenta em toxidez
- 25,0180 > -14,3621 > -25,0180 O nutriente Fe está dentro da faixa aceitável
- 25,0180 > 37,58126 > -25,0180 Neste caso o nutriente Mn está em toxidez
- 25,0180 > -16,7099 > -25,0180 O nutriente Cu está dentro da faixa aceitável
- 25,0180 > -76,4698 > -25,0180 Neste caso o nutriente B se apresenta em deficiência

### **Catuai Vermelho**

- 21,939 > 6,2687 > -21,939 O nutriente N está dentro da faixa aceitável.
- 21,939 > 4,7216 > -21,939 O nutriente P está dentro da faixa aceitável
- 21,939 > 3,7132 > -21,939 O nutriente K está dentro da faixa aceitável
- 21,939 > 2,1267 > -21,939 O nutriente Ca está dentro da faixa aceitável
- 21,939 > -3,97559 > -21,939 O nutriente Mg está dentro da faixa aceitável.
- 21,939 > 67,2137 > -21,939 Neste caso o nutriente Zn se apresenta em toxidez
- 21,939 > -11,6917 > -21,939 O nutriente Fe está dentro da faixa aceitável
- 21,939 > 28,712 > -21,939 Neste caso o nutriente Mn se apresenta em toxidez
- 21,939 > -22,377 > -21,939 Neste caso o nutriente Cu se apresenta em deficiência.
- 21,939 > -68,5888 > -21,939 Neste caso o nutriente B se apresenta em deficiência.

### **Catucaí Amarelo**

- 22,5086 > 4,3893 > -22,5086 O nutriente N está dentro da faixa aceitável
- 22,5086 > 6,1035 > -22,5086 O nutriente esta dentro da faixa aceitável
- 22,5086 > 4,8647 > -22,5086 O nutriente K está dentro da faixa aceitável
- 22,5086 > 6,9747 > -22,5086 O nutriente Ca está dentro da faixa aceitável
- 22,5086 > -2,47796 > -22,5086 O nutriente Mg está dentro da faixa aceitável
- 22,5086 > 68,5961 > -22,5086 Neste caso o nutriente Zn se apresenta em toxidez
- 22,5086 > -11,4325 > -22,5086 O nutriente Fe está dentro da faixa aceitável
- 22,5086 > 25,27898 > -22,5086 Neste caso o nutriente Mn se apresenta em toxidez
- 22,5086 > -17,6439 > -22,5086 O nutriente Cu está dentro da faixa aceitável
- 22,5086 > -77,3244 > -22,5086 Neste caso o nutriente B se apresenta em deficiência

### Catucaí Vermelho

- 25,1759 > 5,7545 > -25,1759 O nutriente N está dentro da faixa aceitável
- 25,1759 > 14,2291 > -25,1759 O nutriente P encontra-se dentro da faixa aceitável
- 25,1759 > 7,1000 > -25,1759 O nutriente K está dentro da faixa aceitável
- 25,1759 > 3,0842 > -25,1759 O nutriente Ca está dentro da faixa aceitável
- 25,1759 > -8,23476 > -25,1759 O nutriente Mg está dentro da faixa aceitável
- 25,1759 > 67,1913 > -25,1759 Neste caso o nutriente Zn se apresenta em toxidez.
- 25,1759 > -14,6868 > -25,1759 O nutriente Fe está dentro da faixa aceitável
- 25,1759 > 35,94685 > -25,1759 Neste caso o nutriente está em toxidez
- 25,1759 > -19,0618 > -25,1759 O nutriente Cu está dentro da faixa aceitável
- 25,1759 > -76,4698 > -25,1759 Neste caso o nutriente B se apresenta em deficiência.

### Paraíso

- 22,3964 > 5,7545 > -22,3964 O nutriente N está dentro da faixa aceitável
- 22,3964 > 9,8860 > -22,3964 O nutriente P está dentro da faixa aceitável
- 22,3964 > 5,7050 > -22,3964 O nutriente K está dentro da faixa aceitável
- 22,3968 > 5,2111 > -22,3968 O nutriente Ca está dentro da faixa aceitável
- 22,3964 > -8,82676 > -22,3964 O nutriente Mg está dentro da faixa aceitável
- 22,3964 > 65,9054 > -22,3964 Neste caso o nutriente Zn se apresenta em toxidez
- 22,3964 > -9,0966 > -22,3964 O nutriente Fe está dentro da faixa aceitável
- 22,3964 > 26,31053 > -22,3964 Neste caso o nutriente apresenta-se em toxidez
- 22,39,64 > -15,8186 > -22,3964 O nutriente Cu está dentro da faixa aceitável
- 22,3964 > -71,4492 > -22,3964 Neste caso o nutriente B se apresenta em deficiência.

### Rubi

- 24,6820 > 4,1527 > -24,6820 O nutriente N está dentro da faixa aceitável
- 24,6820 > 5,3816 > -24,6820 O nutriente P está dentro da faixa aceitável
- 24,6820 > 5,7360 > -24,6820 O nutriente K está dentro da faixa aceitável
- 24,6820 > 4,5706 > -24,6820 O nutriente Ca está dentro da faixa aceitável
- 24,6820 > -9,53127 > -24,6820 O nutriente Mg está dentro da faixa aceitável

24,6820 > 68,4630 > -24,6820 Neste caso o nutriente Zn se apresenta em toxidez  
 24,6820 > -14,1419 > -24,6820 O nutriente Fe está dentro da faixa aceitável  
 24,6820 > 39,1041 > -24,6820 Neste caso o nutriente Mn se apresenta em toxidez  
 24,6820 > -19,3502 > -24,6820 O nutriente Cu está dentro da faixa aceitável  
 24,6820 > -76,3887 > -24,6820 Neste caso o nutriente B se apresenta em deficiência

### **Topázio**

24,1643 > 6,2992 > -24,1643 O nutriente N está dentro da faixa aceitável  
 24,1643 > 6,6768 > -24,1643 Neste caso o nutriente P se apresenta em toxidez  
 24,1643 > 5,9385 > -24,1643 O nutriente K está dentro da faixa aceitável  
 24,1643 > 5,2822 > -24,1643 O nutriente Ca está dentro da faixa aceitável  
 24,1643 > -6,90003 > -24,1643 O nutriente Mg está dentro da faixa aceitável  
 24,1643 > 67,1780 > -24,1643 Neste caso o nutriente Zn se apresenta em toxidez  
 24,1643 > -15,2963 > -24,1643 O nutriente Fe está dentro da faixa aceitável  
 24,1643 > 30,04467 > -24,1643 Neste caso o nutriente Mn se apresenta em toxidez  
 24,1643 > -21,5573 > -24,1643 O nutriente Cu está dentro da faixa aceitável  
 24,1643 > -76,4698 > -24,1643 Neste caso o nutriente B se apresenta em deficiência