

**CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DO  
CAFEIRO (*Coffea arabica* L.) COMO PARTE  
DO PROGRAMA APPCC.**

**RODRIGO LUZ DA CUNHA**

**2003**

**RODRIGO LUZ DA CUNHA**

**CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DO CAFEEIRO  
(*Coffea arabica* L.) COMO PARTE DO PROGRAMA APPCC.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Cunha, Rodrigo Luz da

Controle químico de doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)  
como parte do programa APPCC / Rodrigo Luz da Cunha. -- Lavras :  
UFLA, 2003.

90 p. : il.

Orientador: Antonio Nazareno Guimarães Mendes.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Doença. 3. APPCC. 4. Controle. 5. Fungicidas. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.73952

**RODRIGO LUZ DA CUNHA**

**CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DO CAFEEIRO**  
**(*Coffea arabica* L.) COMO PARTE DO PROGRAMA APPCC.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 22 de agosto de 2003

Dr. Carlos Alberto Spaggiari Souza	CEPLAC
Dr. Gabriel Ferreira Bartholo	EPAMIG
Prof. Dr. Mario Sobral de Abreu	UFLA
Prof. Dr. Rubens José Guimarães	UFLA
Dra. Sára Maria Chalfoun	EPAMIG

Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2003

Aos meus pais, Ronald e Mary

A minha esposa, Eliane

As minhas filhas, Mariana e Ana Carolina,

OFEREÇO

A todos os produtores anônimos,

Responsáveis pelo crescimento do País,

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela presença constante.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, em especial ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização deste curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, pela realização do presente trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG, pela concessão da bolsa de doutorado, através do PCRH.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café, pelo auxílio financeiro.

Ao professor Antônio Nazareno Guimarães Mendes, pela valiosa orientação, amizade e incentivo na realização do presente trabalho.

À pesquisadora Dra. Sara Maria Chaufoun, pela co-orientação, pelos ensinamentos, pela dedicação, sugestões e incentivo durante o curso.

Ao professor Rubens José Guimarães, pelo incentivo e amizade.

Ao professor Mário Sobral de Abreu, pelo apoio e cooperação.

Ao professor e coordenador do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Samuel P. de Carvalho pela amizade e compreensão.

Ao pesquisador Carlos Alberto Spaggiari Souza pela amizade, sugestões e pelo inestimável apoio.

A COCATREL e ao Laboratório “Dr. Alcides Carvalho” da EPAMIG, pelas avaliações da qualidade do café.

Aos amigos e pesquisadores da EPAMIG Vicente L. de Carvalho, Elifas N. de Alcântara, Aduino F. Barcelos, Gabriel F. Bartholo, Cláudio C. dos Santos, Marcelo C. Pereira, Paulo R. Reis, Sílvio Júlio de R. Chagas e Marcelo R. Malta pelo estímulo, apoio e colaboração.

A todos os amigos de pós-graduação, sobretudo: Fernando Luiz de O. Corrêa, Dinara M. Lima, Fábio P. Dias, Marcos R. Dutra e Luís Roberto Batista pela agradável convivência e experiência profissional transmitida.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura Setor de Cafeicultura, em especial ao José Maurício, Marcinho e César pela colaboração na condução do experimento.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	05
2.1 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).....	05
2.2 Ferrugem do cafeeiro ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. e Br.).....	08
2.2.1 Influência dos fatores climáticos na incidência e severidade da ferrugem.....	10
2.2.2 Cercosporiose do cafeeiro ( <i>Cercospora coffeicola</i> Berk. & Cook)	12
2.2.3 Controle da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro.....	15
2.3 Ocorrência da ferrugem e cercosporiose e seus efeitos na planta.....	21
2.4 Efeito do controle fitossanitário na fase pré-colheita sobre a qualidade do café.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Enquadramento do controle de ferrugem e cercosporiose no sistema APPCC.....	26
3.1.1 Análise de Perigos envolvendo a ocorrência e controle de ferrugem e cercosporiose.....	26
3.1.2 Enquadramento das operações de controle de ferrugem e cercosporiose no Programa de Boas Práticas Agrícolas (BPAs) ou APPCC.....	27
3.2 Caracterização do experimento de controle químico da ferrugem e cercosporiose.....	28



3.3 Características avaliadas.....	31
3.3.1 Avaliação da ferrugem, cercosporiose, produção e desfolha.....	31
3.3.2 Medidas de crescimento da planta.....	32
3.3.3 Análise da qualidade do produto.....	33
3.4 Análise estatística.....	34
3.4.1 Análise de variância e teste de médias.....	34
3.4.2 Análise de variância em esquema de parcela subdividida no tempo	35
3.4.3 Análise de variância em esquema de parcela subdividida no	
espaço (faixa).....	36
3.4.4 Análise de variância em esquema de parcela subdividida no tempo	
e no espaço (faixa).....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Análise de Perigos envolvendo a ocorrência e controle de ferrugem	
e cercosporiose.....	39
4.2 Enquadramento das operações de controle de ferrugem e	
cercosporiose no Programa de Boas Práticas Agrícolas (BPAs) ou	
APPCC.....	41
4.3 Ferrugem, cercosporiose, produção e desfolha do cafeeiro.....	42
4.4 Características de crescimento vegetativo do cafeeiro.....	62
4.5 Classificação dos defeitos e prova de xícara.....	67
4.6 Considerações finais.....	70
5 CONCLUSÕES.....	71
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	84

## RESUMO

CUNHA, Rodrigo Luz da. **Controle químico de doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) como parte do Programa APPCC**. 2003. 90 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)<sup>1</sup>. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

A implantação de programas que visam à obtenção da qualidade dos alimentos constitui instrumento eficiente e quase sempre, pouco oneroso, destacando-se em função de sua exequibilidade o sistema APPCC, Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle. O sistema APPCC ainda é pouco utilizado na produção primária, apesar de bem conhecido e utilizado na indústria de alimentos. Neste contexto, há certas práticas agrícolas na cafeicultura que são imprescindíveis para a manutenção e melhoria das características de produtividade e qualidade do café como o controle da ferrugem e da cercosporiose que por sua vez são pré-requisitos quando se visa à aplicação do sistema APPCC. Com este trabalho, teve-se o objetivo de aplicar o controle da ferrugem e cercosporiose como parte do Programa APPCC na cultura do café, durante a fase de pré-colheita e verificar os seus efeitos na produção, no crescimento da planta e qualidade do café, visando à implementação do APPCC. O trabalho foi desenvolvido em uma lavoura da cultivar Acaia Cerrado MG 1474, com 6 anos de idade no espaçamento adensado de 2,0 x 0,6 m, onde foram testados produtos preventivos a base de cobre aplicados isoladamente e associados com sistêmicos, e, também foi utilizado o produto sistêmico aplicado isoladamente. Foram empregados como produtos a base de cobre o oxiclreto de cobre e Calda Viçosa comercial e como sistêmico o epoxiconazole. O controle da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro foram considerados como Pontos Críticos de Controle (PCC's) nos quais se aplicam medidas preventivas visando atenuar os riscos de exposição aos perigos biológicos (microrganismos) e químicos (micotoxinas e defensivos). Medidas de controle com os produtos oxiclreto de cobre e calda viçosa comercial aplicados preventivamente ou associados ao produto sistêmico epoxiconazole são eficientes no controle da ferrugem, quando a incidência da doença é baixa e, na preservação do enfolhamento, proporcionando bons índices de produtividade, atendendo aos objetivos do Plano APPCC na etapa de controle fitossanitário. Houve poucas alterações no crescimento das plantas em função da ocorrência de ferrugem e cercosporiose no cafeeiro, no período estudado, apenas para o comprimento total de ramos laterais. As amostras de grãos analisadas foram classificadas como bebida dura, não sendo possível distinguir diferenças

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes - UFPA (Orientador), Sara Maria Chalfoun – EPAMIG (Co-orientadora).

na qualidade do café em função dos diferentes tratamentos químicos estudados na pré-colheita.

## ABSTRACT

CUNHA, Rodrigo Luz da. **Coffee plant (*Coffea arabica* L.) diseases chemical control as part of the HACCP Program**. 2003. 90 p. Thesis (Crop Science doctorate)<sup>2</sup>. University Federal of Lavras, Lavras, MG.

In the food quality program implantations detach the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) system by its feasibility that constitutes an efficient and cheaper instrument. HACCP system still is slightly used in primary production, although it is known well and used in food industry. In this context, there are certain agricultural practices in the coffee grown which are essentials for yield characteristic, maintenance and coffee quality improvement as rust and brown-eyes control that are need to aim the HACCP system application. This study was made to apply chemical products of rust and brown-eyes control as HACCP Program in coffee crop, during pre-harvesting phase and to verify plant yield, morphology effects and coffee quality, aiming the HACCP system implantation. Coffee cultivar used was a 6-year-old Acaiá MG 1474, with 2.0 x 0.6 meters row spacing. Copper based fungicides were applied alone and associated to systemic products to test as preventive products and systemic product was also applied alone. Copper oxichloride and copper sulphate were used as copper based products and as systemic the epoxiconazole. Rust and brown-eyes control in coffee were concerned as Critical Control Points (CCP) in which preventive methods are applied to attenuate the exposition risks to biological hazards (microorganisms) and chemistries (mycotoxins and pesticides). Copper based products applied preventively or associated to systemic epoxiconazole fungicides are efficient to rust control, when applied at low disease incidences and to coffee leaf preservation, to providing adequate yield, according to the HACCP goals at rust and brow-eyes control. There were few vegetative growth alterations due to rust and brown eyes occurrence in coffee tree, there was a only lateral branch total length variation. The analyzed grain samples were classified as drink hard, and there were no differences in coffee quality.

---

<sup>2</sup> Guidance Committee: Antônio Nazareno Guimarães Mendes - UFLA (Major Professor), Sara Maria Chalfoun – EPAMIG (Co-Professor).

## 1 INTRODUÇÃO

Demandas de ordem econômica, ambiental e mudanças no perfil dos consumidores, têm exigido alterações nos sistemas de gestão das atividades ligadas à cadeia produtiva do café visando à obtenção de um produto final de alta qualidade e obtido dentro dos preceitos de proteção aos trabalhadores rurais e preservação do meio ambiente.

O conceito de rastreabilidade vem sendo aplicado à agricultura não só como imposição de alguns mercados compradores, mas também por livre iniciativa do setor com os objetivos de agregar valor ao produto final e facilitar a comercialização deste através da introdução de um diferencial em sua produção, aumentando a sua competitividade num mercado de livre comércio.

O controle fitossanitário figura entre as práticas culturais que devem ser aplicadas criteriosamente, visando aliar o sucesso no controle das pragas e doenças aos aspectos de segurança ambiental e do trabalhador.

Dessa forma, danos causados por doenças que afetam os cafeeiros devem ser evitados utilizando-se esquemas que envolvem a integração de medidas tais como métodos de prevenção visando evitar ou atenuar a incidência de doenças; o monitoramento das doenças; a determinação das possíveis correlações entre patógeno, hospedeiro e ambiente; a seleção de produtos menos tóxicos ao ambiente de cultivo e aplicadores; a seletividade dos produtos com relação a agentes de biocontrole e a possibilidade de aplicação de medidas integradas de controle e controle simultâneo de mais de uma doença, inclusive as de caráter não infeccioso, deficiências e ou desequilíbrios nutricionais.

Há certas práticas culturais que, se conduzidas corretamente, além de evitar danos à produção vão preservar ou mesmo determinar uma melhora na qualidade do produto. Deste modo, a qualidade passou a ser um requisito de

sobrevivência, inclusive para alcançar nichos mercadológicos específicos que já representam cerca de 12% do mercado mundial, e, é a que mais tende a crescer (Saes, 2001).

A qualidade do café é dependente, além de outros fatores, da forma pela qual é cultivado, colhido e processado no campo. Na fase pré-colheita os cafeeiros estão sujeitos à incidência de várias doenças. A ocorrência e os prejuízos que essas doenças podem causar são geralmente refletidos direta ou indiretamente na qualidade do café. A ferrugem é uma das principais doenças do cafeeiro, e que causa mais danos a cultura, acarretando acentuada desfolha da planta, conseqüentemente proporcionando um mal suprimento na fase de enchimento dos grãos e levando a uma má formação e possível queda dos mesmos, refletindo-se negativamente sobre a produtividade e qualidade do produto final.

A desfolha compromete a produção do ano seguinte, acentuando os ciclos bienais, pois suas reservas serão utilizadas para a recomposição vegetal, conduzindo a uma menor frutificação (Bartholo et al., 1989).

A cercosporiose é outra doença de importância econômica e sob condições específicas ocorre com maior gravidade em relação à ferrugem. A doença causa prejuízos tanto na fase de viveiro como no campo, infectando folhas e frutos, ocasionando desfolha e, nos frutos, maturação precoce e queda prematura, aumentando o número de grãos chochos e aderência da polpa ao pergaminho com reflexos negativos sobre a produtividade e a qualidade final do produto (Chalfoun, 1997).

Por outro lado, a produção de alimentos seguros e de alta qualidade tem sido uma exigência crescente do mercado consumidor e das agências de controle e fiscalização que por sua vez se conscientizaram de que tal objetivo só será atingido através de medidas preventivas que se iniciam no setor primário da produção.

A exemplo de outros alimentos, observa-se para o caso do café que a preocupação maior se concentra nos riscos biológicos, como a detecção de fungos produtores de micotoxinas, sendo a ocratoxina A o principal perigo, nos riscos químicos através dos resíduos de agroquímicos, e dos riscos físicos constituídos de materiais estranhos de qualquer natureza introduzidos intencional ou não intencionalmente ao produto.

A obtenção de produtos alimentares seguros e ao mesmo tempo livres dos danos causados pelas doenças e pragas só será possível através de técnicas preconizadas em Programas de Boas Práticas Agrícolas e Sistemas de Gestão de Qualidade como o APPCC, uma vez que englobam medidas que permitem conferir um caráter preventivo às operações e orientar para uma atenção seletiva no controle de pontos críticos, garantindo a produção de alimentos seguros além de oferecer oportunidade de incrementar a produtividade e competitividade.

Programas de qualidade foram desenvolvidos como o sistema normativo APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) atendendo a estas necessidades e aparecem como uma ferramenta eficaz na prevenção e controle dos perigos para saúde do consumidor.

O sistema APPCC vem sendo adotado em todo o mundo, não só para garantir a segurança dos alimentos, mas também por reduzir custos, minimizando perdas de produção e aumentando a lucratividade.

As BPAs (Boas Práticas Agrícolas) são pré-requisitos para a aplicação do APPCC e define-se como procedimentos necessários, durante a pré e pós colheita, para prevenir eventual contaminação biológica, química ou física no produto final.

A identificação dos perigos é o primeiro passo para a aplicação da APPCC na cadeia produtiva do café. E, em função da sua natureza, poderão ser controlados pelos programas de pré-requisitos, prevenidos, eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis para garantir a produção segura do alimento. Após

a identificação dos perigos, em cada etapa do processo, é necessário estabelecer as medidas preventivas de controle, para aqueles perigos identificados; a partir daí, serem definidos como pontos críticos de controle ou como um ponto de controle.

Com base no acima exposto e diante da necessidade de conhecer as perspectivas da utilização destes novos conceitos, o presente estudo teve como objetivos: aplicar o controle químico da ferrugem e da cercosporiose como parte do Programa APPCC na cultura do café, durante a fase de pré-colheita, e, verificar seus efeitos na produção, na desfolha, no crescimento da planta e na qualidade do café visando à implementação do Sistema de Gestão de Qualidade APPCC.



## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)**

A produção de alimentos seguros e de alta qualidade tem sido exigência crescente do mercado consumidor e das agências de controle e fiscalização. Durante a produção, processamento, embalagem, transporte, armazenamento e consumo, qualquer alimento pode ser exposto a contaminações microbiológicas, químicas e físicas.

As Boas Práticas Agrícolas e Boas Práticas de Preparo e o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) são os métodos mais utilizados como parte de uma forte tendência dos mercados mais desenvolvidos que estão cada vez mais exigindo sua aplicação.

O Sistema APPCC é recomendado por organismos internacionais como a Organização Mundial do Comércio (OMC), Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e Organização Mundial de Saúde (OMS) e já é exigido por alguns segmentos do setor alimentício da Comunidade Econômica Européia e dos Estados Unidos. No Mercosul, já está sendo estudada sua exigência como ferramenta de equivalência (Senai, 2003).

Na cultura do café, o sistema APPCC é praticamente inexistente, apesar de ser conhecido e utilizado na indústria de alimentos. Neste sistema todos os segmentos da cadeia produtiva são analisados, controlados e monitorados, visando à segurança (inocuidade) do alimento (Chalfoun et al., 1999).

Existem várias revisões sobre o sistema APPCC. Este sistema teve origem na década de 50, na Grã-Bretanha, em setores das indústrias nucleares, de aviação e químicas. Nos anos 60, a NASA utilizou o sistema para garantir a ausência de contaminação nas refeições e a saúde dos astronautas. Atualmente, este sistema é referência na gestão de vários setores (Corrêa & Freitas-Silva,

2002). Este sistema foi desenvolvido baseando-se, fundamentalmente, em conceitos preventivos.

A Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, mostra claramente a necessidade de se ajustar aos novos tempos e implantar o sistema APPCC. Segundo esta portaria, os princípios gerais a serem aplicados para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos têm justificativa no que se refere aos problemas de saúde pública e na necessidade de uniformizar os padrões para o comércio entre os países. Por esta razão, organismos internacionais como FAO, Food Agricultural Organization, OMS, Organização Mundial da Saúde tem demonstrado preocupação crescente sobre este tema (BRASIL, 1998).

Essa mesma portaria demonstra que o Codex Alimentarius tem editado continuamente documentação normativa que regulamenta este tema e o I.C.M.S.F., International Commission on Microbiological Specifications for Foods, tem publicado embasamento técnico e tem colaborado com as atividades do Codex Alimentarius. Considerando que os países que integram o MERCOSUL também integram e participam ativamente na elaboração dos documentos do Codex Alimentarius e do I.C.M.S.F. estes últimos poderão ser considerados como referências. Os padrões estabelecidos pela Portaria se referem aos produtos alimentícios expostos à venda no comércio ou de alguma forma dados ao uso e, ou, consumo.

O Codex Alimentarius e o NACMCF, National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods, adotaram sete princípios para caracterizar a sequência lógica de elaboração de um roteiro para a aplicação do APPCC, sendo eles: 1. análise dos perigos; 2. identificação dos pontos críticos de controle (PCCs); 3. estabelecimento dos limites críticos; 4. estabelecimento dos procedimentos de monitorização dos pontos críticos de controle; 5. estabelecimento de ações corretivas; 6. estabelecimento dos procedimentos de

verificação e 7. estabelecimento dos procedimentos de registros (HACCP, 2003; Senai, 2002).

Além destas etapas para a aplicação do APPCC, o sistema requer que seja implantado numa base sólida de um programa de pré-requisitos. Esse programa é baseado na implementação de Boas Práticas de Manejo (BPM), e Boas Práticas Agrícolas (BPA's) quando aplicado na produção primária, e, definem-se como procedimentos necessários, durante a pré e pós-colheita, para garantir que o produto atenda às especificações de qualidade (Freitas-Silva et al., 2001).

A identificação dos perigos é o primeiro passo para a aplicação da APPCC na cadeia produtiva do café, podendo se utilizar nos casos onde não há informações específicas, dados gerais da literatura. A decisão pode ser tomada com base em informações que permitem sua aplicação em vários casos, por exemplo, aberturas em tecidos da planta de origem infecciosa ou não, são portas de entrada para fungos entre eles os ocratoxigênicos (Notermans et al., 1994).

Os perigos, em função da sua natureza, poderão ser controlados pelos programas de pré-requisitos, prevenidos, eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis para garantir a produção segura do alimento. Após a identificação dos perigos, em cada etapa do processo, é necessário estabelecer as medidas preventivas de controle, para aqueles perigos identificados, a partir daí, serem definidos como pontos críticos de controle ou como um ponto de controle, e, numa etapa seguinte, estabelecer os procedimentos para monitorar esses pontos (HACCP, 2002; HACCP, 2003).

Na cadeia produtiva do café, são observados perigos de naturezas diversas entre eles a química representada pelos defensivos e micotoxinas; a física representada por fragmentos de vidro, ferro e outros; e biológica representada pelos microrganismos. Particularmente, a ocratoxina A (OTA), micotoxina com ação nefrotóxica e carcinogênica, produzida principalmente por

algumas espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, é considerada o perigo mais significativo nesse produto. Devido à importância desta micotoxina como contaminante do café a aos possíveis riscos a saúde do consumidor dos limites críticos, os níveis exigidos pelos mercados compradores estão cada vez menores. A regulamentação da União Européia estabelece limites de detecção de OTA na faixa de 5 µg/kg (Moss, 1996; Corrêa & Freitas-Silva, 2002).

Em tempos de economia e mercados globalizados é evidente a necessidade de elevar a competitividade dos produtores, mediante aperfeiçoamento dos processos produtivos, redução dos custos de produção e melhoria da qualidade e segurança dos produtos. O Sistema APPCC apresenta as vantagens de ser preventivo, com enfoque dinâmico na cadeia de produção; de garantir a segurança e a qualidade dos produtos; de incrementar a produtividade e a competitividade; de atender às exigências dos mercados internacionais (OMC e Codex Alimentarius) e à legislação brasileira.

## **2.2 Ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. e Br.)**

A ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. e Br., é uma das mais sérias doenças que afetam a cultura do cafeeiro. Está amplamente distribuída em quase todos os países produtores do mundo, tendo causado, no século XIX, sérios danos na economia de países como Ceilão e Indonésia. Os principais danos provocados pela ferrugem são a queda precoce das folhas e a seca de ramos (IBC, 1981).

No Brasil, a ferrugem do cafeeiro foi relatada pela primeira vez em 1970. Nessa década, a ferrugem expandiu-se para todas as regiões produtoras do país e disseminou-se rapidamente para os países vizinhos. E, em todas as regiões, os danos econômicos que esta doença causa à cultura incluem decréscimos na produção que variam de 35 a 50%, dependendo da suscetibilidade da cultivar, da altitude, do tempo, do regime de chuvas, da carga

pendente de frutos na planta e do estado nutricional (Zambolim et al. 1985; IBC, 1985; Carvalho & Souza, 1998).

A maneira de como o fungo chegou no Brasil é desconhecida. Porém, movimentos de uredósporos de *H. vastatrix* oriundos de plantações do leste da África para o Brasil é a teoria mais aceitável. Os esporos podem ter sido veiculados por ventos, bagagens, pessoas, plantas ou aviões (Campbell & Madden, 1990; Schumann, 1993).

A ferrugem do cafeeiro é uma doença foliar, os primeiros sintomas da enfermidade são pequenas manchas circulares de cor amarelo-alaranjada com diâmetro de 0,5 cm. Estas manchas aparecem na face inferior da folha onde se forma uma massa pulverulenta de uredosporos e no estágio mais avançado, algumas partes do tecido foliar são destruídas e necrosadas, e a produção de esporos continua na extremidade da pústula (Carvalho & Chalfoun, 2000).

Nas lavouras adultas, o sintoma mais notável é a desfolha das árvores, causando o seu definhamento. A desfolha prematura causa redução da área fotossinteticamente ativa com conseqüente morte de ramos afetando o florescimento, o pegamento dos frutos e a produção no ano seguinte, acentuando os ciclos bienais (Chalfoun & Zambolim, 1985; Carvalho & Chalfoun, 1998).

Desta forma, a desfolha, antes do florescimento, interfere no desenvolvimento dos botões florais e na frutificação, e durante o desenvolvimento dos frutos, leva à formação de grãos anormais, defeituosos, e frutos com lojas vazias, afetando significativamente a produção (Godoy et al., 1997; Matiello et al., 2002).

Vários trabalhos têm mostrado que o nível de produção é um fator que determina um maior ou menor grau de infecção do cafeeiro pela ferrugem. A maior incidência desta enfermidade está ligada às lavouras que estão com carga pendente elevada. Por isto, as lavouras devem merecer maior atenção nos anos

em que haja uma estimativa de alta produção (Miguel et al., 1977; Matiello & Mansk, 1984; Carvalho, 1991; Carvalho et al., 1996; Mendes et al., 1995).

### **2.2.1 Influência dos fatores climáticos na incidência e severidade da ferrugem.**

As condições ideais para o desenvolvimento da doença destacam a temperatura na faixa de 21 a 23°C com presença de água livre para a germinação dos esporos, chuvas freqüentes e ausência de luz direta para germinação e penetração dos uredosporos nos estômatos da folha (Rayner, 1961; Almeida, 1986); espaçamentos adensados, adubação e tratos culturais inadequados, também, favorecem a ferrugem (Matiello, 1991; Carvalho & Chalfoun, 2001).

Do mesmo modo, entre os fatores microclimáticos que afetam o ciclo de vida do fungo e o desenvolvimento da doença estão a temperatura, a precipitação pluviométrica e diferenças na umidade da superfície foliar (Santos 2002).

A temperatura atua diretamente sobre o processo de germinação e de infecção do fungo. Em condições controladas, sobre ágar, a temperatura ótima para germinação dos uredosporos de *Hemileia vastatrix* foi de 22°C, tendo os limites extremos de 15,5° e 28,5°C, nos quais a germinação foi nula (Nutman & Roberts, 1963). Akutsu (1981) encontrou valores próximos, com temperatura ótima de 23°C e as temperaturas máxima e mínima, em que não ocorre nenhuma germinação, acima de 32,5°C e abaixo de 12,5°C. O mesmo autor observou infecção máxima à temperatura de 24°C, e ausência a 30°C. A sobrevivência do inóculo também depende das temperaturas prevalecentes no inverno (Kushalappa & Eskes, 1989).

O período de incubação também é afetado pela temperatura. Nos meses mais quentes o intervalo é menor e torna-se mais longo nos meses mais frios (Kushalappa & Martins, 1980), variando de 19 a 65 dias em condições de campo

dependendo da prevalência de temperaturas altas ou baixas, para o estado de São de Paulo e Minas Gerais (Moraes et al., 1976; Vale et al., 2000a).

A precipitação pluviométrica participa principalmente da disseminação e germinação dos esporos. A presença de água livre sobre a superfície das folhas é de essencial importância para que ocorra a germinação (Rayner, 1961). A infecção máxima dos uredosporos foi obtida com 24 horas de água livre e iniciou-se o processo com aproximadamente seis horas de água livre, de acordo com resultados obtidos por Akutsu (1981). Assim, a distribuição e intensidade de precipitações pluviométricas influenciam de modo favorável a uma maior incidência e severidade da ferrugem, nas regiões com chuvas contínuas e sem estação seca delimitada, como ocorre na Colômbia e Costa Rica (Becker-Raterink, 1991), enquanto chuvas fortes e prolongadas eliminam parte do inóculo apresentando um efeito depressivo sobre a doença (Becker-Raterink, 1979).

Vários estudos sobre o aspecto sazonal do desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro, como o início, ponto de máxima, queda da incidência e taxa de progresso da doença, e, sua correlação com fatores biológicos (inóculo) e climáticos (temperatura, precipitação pluviométrica, molhamento, etc) foram realizados por vários autores (Alfonsi et al., 1974; Souza, 1980; Oseguera, 1980; Chalfoun & Silva, 1979; Silva-Acunã et al., 1998 e Vale et al., 2000b).

No entanto, o comportamento da ferrugem tem variado nos últimos anos, onde têm sido registradas variações não só no pico de ocorrência, mas também no início (ponto de inflexão), no término e na duração. Recentemente, Chalfoun et al. (2001) analisaram o progresso da ferrugem e variáveis climáticas (pluviosidade e temperatura média) ocorridas no município de São Sebastião do Paraíso – M.G., durante o período de 1991 a 1995 e verificaram neste período efeito da elevação das temperaturas e das precipitações médias, refletindo em atraso no início do progresso da ferrugem (ponto de inflexão da curva) em

alguns anos, mas ao mesmo tempo, a elevação da temperatura média anual e a ocorrência de chuvas durante os períodos de outono-inverno possibilitaram o prolongamento do ciclo da ferrugem durante o ano.

Deste modo, variações no clima têm indicado alterações capazes de promover mudanças nas curvas de progresso da ferrugem do cafeeiro. Estas modificações são explicadas pela função determinante exercida pelo clima sobre o patógeno, tomando-se como base à ocorrência de temperaturas mais elevadas e de chuvas ocasionais, durante o período de abril a julho, permitindo a manutenção de níveis mais elevados da doença até o final do ciclo (agosto), exigindo a revisão e adaptação para controle às condições variáveis de progresso da doença.

### **2.2.2 Cercosporiose do cafeeiro (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cook)**

A cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola* Berk & Cook, é uma das doenças mais antigas do cafeeiro tanto na América do Sul como na América Central. No Brasil, os primeiros relatos de sua ocorrência datam de 1887 (Zambolim et al., 1985).

Atualmente, a doença está amplamente disseminada por todas as regiões cafeeiras. Causando prejuízos tanto na fase de viveiro como no campo, em plantas novas e adultas, infectando folhas e frutos, e recebe diversas denominações como: mancha circular, mancha-de-olho-pardo, olho de pomba. Os sintomas característicos nas folhas que conferem essas denominações à doença são manchas circulares de coloração castanho-claro a escura, com o centro branco acinzentado, quase sempre envolvido por um halo amarelado (IBC, 1981). Nos últimos anos, têm sido observados sintomas diferentes nas folhas, caracterizados por manchas escuras sem halo amarelado e não formam o centro claro, em algumas regiões tem-se denominado cercospora-negra (Carvalho & Chalfoun, 2000; Matiello et al., 2002).



Nos frutos, os sintomas começam a aparecer quando ainda verde ou verde-cana, aumentando as lesões no início de sua granação. As lesões são, a princípio, escuras, deprimidas e crescem no sentido polar do fruto, com maior incidência nos ramos expostos ao sol (Matiello et al., 2002).

Os prejuízos com as doenças ganharam maior importância econômica com a implantação de lavouras na região dos cerrados e em solos de baixa fertilidade natural aliado a alterações nas condições de clima mais adversas aos cafeeiros (Carvalho & Chalfoun, 1998). Fernandes (1988) obteve esta relação, em mudas de cafeeiro, entre o ataque da cercosporiose e a nutrição mineral das plantas.

As condições que favorecem a doença são alta umidade relativa, temperatura baixa, excesso de insolação e déficit hídrico (Zambolim et al., 1997; Almeida, 1986). Segundo Echandi (1959), os conídios de *C. coffeicola* requerem filme de água livre para germinar e temperaturas ótimas para crescimento e germinação de 24 e 30°C.

O efeito da luz sobre o desenvolvimento da doença, especialmente em condições naturais, é fator importante, embora menos efetivo que o efeito da temperatura e umidade sobre o desenvolvimento da mancha de olho pardo. A duração e, ou, intensidade da luminosidade pode aumentar ou reduzir tanto a suscetibilidade de plantas à infecção como a severidade da doença (Agrios, 1988).

A intensidade da mancha de olho pardo do cafeeiro é também influenciada pelo sombreamento, sendo maior em plantios instalados a pleno sol (Echandi, 1959; Almeida, 1986). Quesada, citado por Echandi (1959), observou que plantas de café inoculadas, mantidas na sombra, por vários meses não exibiram sintomas da doença. Todavia, quando expostas ao sol, as plantas apresentaram grande quantidade de manchas. Esse autor levantou a possibilidade de o fungo ter penetrado antes da exposição ao sol, mas não comprovou sua

hipótese. Echandi (1959) observou os mesmos resultados obtidos por Quesada, verificando a penetração do patógeno ocorrendo através de estômatos e, com maior frequência, em plantas expostas ao sol, e sugeriu que plantas expostas ao sol se umidecem e secam em menor tempo que as expostas à sombra, favorecendo, portanto, a penetração do fungo. No entanto, Fernandes (1988) cita vários autores comprovando a penetração de *C. coffeicola* tanto por estômatos, como diretamente através da cutícula, e não distingue a influência da intensidade luminosa na virulência do patógeno ou na suscetibilidade do hospedeiro.

Nestas condições, Miguel et al. (1975) citam que ataques severos da cercosporiose podem causar redução de até 30% no rendimento. O período de maior incidência da cercosporiose no campo vai de janeiro a maio, quando ataca tanto folhas como frutos, causando a queda destes (Matiello, 1991; Carvalho & Chalfoun, 1998).

Em condições de viveiro, a cercosporiose causa intensa desfolha, atraso no crescimento e raquitismo das mudas. Em lavouras novas, após as primeiras produções, a doença pode causar queda das folhas, frutos e seca de ramos produtivos e, em lavouras adultas ocasiona severa desfolha, maturação precoce dos frutos e queda prematura, aumentando o número de grãos chochos além da aderência da polpa ao pergaminho e, dificulta a despolpa com reflexos negativos sobre a produtividade e a qualidade do produto final (Chalfoun, 1997).

Em estudos sobre o efeito de fatores do ambiente e da concentração de inóculo sobre a cercosporiose do cafeeiro, Fernandes (1988) concluiu que a intensidade da doença está relacionada com o estado nutricional das mudas de café e a doença é mais intensa em plantas nutricionalmente deficientes. Verificou, ainda, que períodos de molhamento foliar de seis e doze horas foram os mais favoráveis ao desenvolvimento da cercosporiose.

Portanto, além das condições climáticas favoráveis a incidência da doença, citadas anteriormente, qualquer condição que leve a planta ao estado

nutricional deficiente ou desequilibrado contribui significativamente para a doença. Algumas dessas condições segundo Carvalho & Chalfoun (2000), são: substratos pobres para a formação de mudas e textura inadequada do solo, sistema radicular deficiente, compactação do solo, deficiência de nitrogênio, excesso de potássio ou desequilíbrio da relação N/K.

### **2.2.3 Controle da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro**

Do ponto de vista da moderna agricultura, deve-se buscar um processo contínuo de manejo das doenças com base no princípio de mantê-las abaixo do nível de dano econômico, através de alternativas disponíveis, sem que causem prejuízos para o agroecossistema (Carvalho & Chalfoun, 1998).

O controle das doenças de plantas consiste na redução da quantidade de inóculo, a partir do qual a doença se inicia ou da taxa da doença ou ambos. Deste modo, o manejo integrado de doenças em plantas é um conjunto de medidas e princípios que se aplicam visando o patógeno, hospedeiro e o ambiente por meio da redução ou completa eliminação de inóculo inicial, redução na taxa de doença e por meio da manipulação do período de tempo em que a cultura permanece exposta ao patógeno em condições de campo (Juliatti, 2001).

É importante quantificar a ferrugem ou a cercosporiose, sendo feita pelo monitoramento através de medições de sintomas ou sinais da doença dentro de um talhão ou da lavoura. Recomenda-se coletar folhas do terceiro ou quarto par no terço médio da planta. Conta-se o número de folhas com sintomas da doença e calcula-se a incidência (Lima, 1979; Carvalho & Chalfoun, 1998).

A incidência avaliada periodicamente descreve o progresso da doença no tempo, permite a representação da epidemia pela curva de progresso da doença e a quantificação, por meio do cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença, caracterizando as interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente permitindo, ainda, a comparação entre diferentes tratamentos, a

avaliação de estratégias de controle e a previsão de níveis futuros de doença (Kranz, 1974; Bergamim Filho & Amorin, 1996).

Várias medidas de controle podem ser utilizadas, isoladamente ou em combinação, para manejar as doenças do cafeeiro. No caso da ferrugem, o controle pode ser feito pela utilização de variedades resistentes. Especial atenção vem sendo dada aos híbridos naturais ou artificiais, entre as espécies *C. arabica* e *C. canephora*, como o 'Híbrido de Timor', Icatu, Obatã, e outros, que apresentam resistência ao patógeno (Mendes & Guimarães, 1996), ou quimicamente por três sistemas básicos: 1) preventivo, através de pulverizações com fungicidas protetores; 2) curativo, através de fungicidas sistêmicos e 3) preventivo-curativo, usando fungicidas sistêmicos associados ou em misturas com fungicidas protetores (IBC, 1985; Mendes et al., 1995).

Há inúmeras opções de produtos para o controle da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro, tanto via solo como pulverização foliar. Desde a entrada da ferrugem no início da década de 70, os primeiros trabalhos, visando o seu controle, foram realizados com fungicidas protetores, no caso os cúpricos. E até hoje os fungicidas cúpricos são os mais empregados devido a sua eficiência no controle da ferrugem e da cercosporiose, além de fornecerem o íon  $\text{Cu}^{+2}$ , sendo um importante nutriente para o cafeeiro (IBC, 1981).

O tratamento preventivo é feito com produtos à base de cobre, podendo ser usados o oxiclureto de cobre, óxido cuproso, hidróxido de cobre, sulfato de cobre (calda bordalesa, natural ou pré-fabricada) e outras formas de cobre orgânico. Os fungicidas cúpricos são mais eficientes nas doses de 1 a 2 kg de cobre metálico por hectare, por aplicação, correspondendo a 2 a 4 kg dos produtos com 50% de cobre para lavouras em produção. A indicação da dose para cada lavoura depende do porte das plantas, da carga pendente, de sua área foliar e das condições de incidência da ferrugem, com uso de doses mais elevadas, dentro da faixa anteriormente recomendada, para as lavouras com

maior área foliar e boa carga e em condições favoráveis à doença (Matiello et al., 2002).

O efeito de doses de fungicidas cúpricos não se traduz proporcionalmente à redução da infecção com a elevação das doses. Mansk et al. (1975b) obtiveram com a dose de 1,5 kg/ha, 36% de incidência da ferrugem e melhora significativa de controle em relação à testemunha, com 83% de incidência da doença registrada em junho. No tratamento com 3 kg/ha, ou seja, o dobro da dose, a eficiência aumentou ligeiramente apresentando 19% de incidência neste mesmo período e, a partir de 4,5 kg até 7,5, a eficiência foi semelhante. Os resultados foram explicados em função da quantidade de partículas liberadas pelo fungicida, protegendo adequadamente as folhas contra a infecção, ocorrendo proteção direta nos pontos onde as partículas são distribuídas com benefícios a menores doses de cobre e menor desequilíbrio para a ocorrência de bicho mineiro e de ácaros, cujos ataques foram favorecidos na medida em que foi aumentada a dose de fungicidas cúpricos.

Mansk et al. (1975a), estudando efeito de épocas de controle sobre a incidência de ferrugem do cafeeiro, obteve melhores resultados com aplicações de fungicidas cúpricos de dezembro-janeiro a março-abril, com intervalos de 30 a 45 dias entre aplicações. Pulverizações feitas antes ou após este período foram desnecessárias. Verificaram ainda, que o término das pulverizações ocorrido mais cedo, em fevereiro, permitiu a elevação da infecção, comprometendo o controle. Desse modo, recomendaram, com segurança, quatro aplicações de fungicidas cúpricos, começando em dezembro ou início de janeiro e terminando na segunda quinzena de março ou primeira quinzena de abril, devendo-se levar em consideração o regime de chuvas e as condições da lavoura quanto à carga pendente e nível de enfolhamento.

Nos anos que ocorrem maiores desfolhamentos, seja devido à incidência da doença ou em consequência de altas produções no ciclo anterior, observa-se

uma modificação no comportamento da ferrugem. Há um retardamento no início da incidência e a taxa da doença é mais baixa, vindo a atingir o pico mais tarde. Nestas condições o controle é facilitado. Por outro lado, nas lavouras que permaneceram enfolhadas após a colheita e com perspectiva de boas safras, a incidência se torna mais grave e a taxa da doença é maior. Neste caso, o controle é mais difícil, e, portanto exige mais atenção do produtor (IBC, 1981).

Um aspecto importante apresentado por produtos à base de cobre, mais evidente, refere-se ao efeito tônico sobre as plantas que se traduz visualmente nas folhas, ficando de cor verde escura, preservando o enfolhamento durante a estação e na ausência da pulverização é observado uma intensa queda de folhas ocorrendo na estação seca (Griffiths, 1972).

A calda bordalesa, resultante da mistura de sulfato de cobre e cal, pode ser aplicada para o controle de várias doenças. A base da Calda Viçosa é a calda bordalesa, porém sais minerais são acrescentados (Mizubuti & Maffia, 2001). Segundo Cruz Filho & Chaves (1985) a Calda Viçosa reduz a incidência da ferrugem e da cercosporiose e custos de produção do cafeeiro, pelo fato de existirem na constituição da calda o zinco e o boro, nutrientes essenciais ao cafeeiro, além do cobre.

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 à execução de um programa preventivo de controle da doença, o que permite uma rápida e intensa elevação no índice de ferrugem após o período de chuvas (Almeida, 1986; Zambolim et al., 1985; Chalfoun & Zambolim, 1985).

Com o advento dos fungicidas sistêmicos, no final da década de 70, parte dos cafeicultores passam a utilizá-los em substituição aos cúpricos, devido as 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 (Oliveira & Toledo Filho, 1987; Matiello et al., 1989; Carneiro Filho & Ishizaka, 1990).

Além do efeito protetor, os sistêmicos exercem também um efeito curativo e erradicativo, diminuem o nível de infecção através da paralisação do processo de parasitismo dentro da folha, reduzem o inóculo residual permitindo em alguns casos um retardamento do início das pulverizações. Contudo, a sua especificidade, limita a sua atuação, exigindo o uso de outros produtos para o controle de doenças como a cercosporiose que ocorrem simultaneamente (Bonilla, 1982; Carvalho & Chalfoun, 1995).

Nos últimos vinte anos surgiram vários produtos, com destaque para o triadimenol e o hexaconazole, em seguida surgiu uma nova modalidade de controle da ferrugem, aplicação de fungicida e inseticida via solo. A primeira mistura trata-se de triadimenol + dissulfoton, sendo até hoje recomendada na cafeicultura. Entretanto, apresenta alta toxicidade ao homem e ao ambiente. No início da década de 90 surgiram o epoxiconazole, cyproconazole e tebuconazole, ambos para aplicação via foliar. E recentemente, em 2002, surgiu a mistura de fungicida triazol, no caso o epoxiconazole mais uma estrobirulina (o pyraclostrobin), também por aplicação via foliar, e menos tóxico em relação aos agroquímicos anteriores.

De modo geral, a opção de controle da ferrugem com aplicação de fungicidas sistêmicos via pulverização foliar ou mesmo com produtos granulados via solo, requer na maioria dos casos, também, a aplicação de um fungicida cúprico via foliar. De acordo com Zambolim et al. (2002) a aplicação do fungicida cúprico ou da calda Viçosa via foliar servirá para o controle da cercosporiose e correção de deficiência de cobre na planta, e também para a redução da pressão de seleção dos fungicidas sistêmicos na população do fungo *Hemileia vastatrix*.

O emprego de fungicidas sistêmicos via foliar tornou-se, portanto, prática comum. O efeito do epoxiconazole foi demonstrado em vários trabalhos por inúmeros pesquisadores (Matiello et al., 1995; Silveira & Serra, 1995; D'Antonio et al., 1998; Barbosa et al., 1998; Almeida & Matiello, 2000). Os resultados obtidos indicam que o produto é eficiente no controle da ferrugem bem como na preservação do enfolhamento do cafeeiro.

Para os tratamentos preventivos-curativos, via foliar, o controle deve ter início com base na infecção observada. Quando a incidência situar na faixa de 5-10% das folhas, o que normalmente ocorre em dezembro-janeiro, deve ser feita a primeira pulverização de fungicida sistêmico e cerca de 60 dias após, uma segunda, esta somente se necessário, quando o intervalo coincidir antes do término do mês de março. Em algumas regiões, como o Sul de Minas, com inverno mais quente e ocorrência de chuvas é necessário maior atenção no início das aplicações e segundo Matiello et al. (2002) caso a primeira aplicação tenha sido feita muito cedo, torna-se necessária uma terceira aplicação. Entretanto, o mesmo autor, cita que em lavouras com baixa carga, usualmente uma só aplicação é suficiente, sendo que, para ampliar a ação do sistêmico, pode-se complementar com um fungicida cúprico, o que reforça ainda mais essa única aplicação, além de melhorar o controle da cercosporiose.

Valores com 5% e 10% de incidência de ferrugem em lavouras que receberam tratamentos com Epoxiconazole proporcionaram índices de controle inferior ao calendário de aplicação (Souza citado por Zambolim et al., 2002). Este fato explica porque não se deve aguardar índices altos de incidência de ferrugem em anos de alta carga e em condições de clima favorável à doença, para que seja iniciado o controle com fungicidas sistêmicos. Outros trabalhos que obtiveram resultados semelhantes foram de Almeida et al. (1998) e Tassara et al. (1998) que observaram menor eficiência no controle quando o início da aplicação foi realizado com mais de 5% de folhas infectadas pela ferrugem.



No estudo realizado por Souza citado por Zambolim et al. (2002) em ano de baixa carga, tratamentos com produtos protetores à base de cobre (oxicloreto de cobre e calda-viçosa) foram eficientes no controle da ferrugem e no ano seguinte, de alta carga pendente, os fungicidas sistêmicos aplicados via foliar ou via solo foram mais eficientes em relação aos cúpricos. Constataram, ainda, que os tratamentos que mantiveram o nível de ferrugem sob controle foram os que proporcionaram maiores produções.

Os fungicidas sistêmicos do grupo dos Triazóis (Triadimenol, cyproconazole e outros), usados em pulverizações e eficientes no controle da ferrugem têm apresentado controle menor de cercosporiose. E nos casos de problemas sérios com a cercosporiose recomenda-se usar misturas ou alternâncias com fungicidas cúpricos (Matiello et al., 2002).

### **2.3 Ocorrência da ferrugem e cercosporiose e seus efeitos na planta**

As doenças em plantas são resultado de uma interação dinâmica entre o patógeno, o hospedeiro, e ambiente, produzindo alterações fisiológicas e, freqüentemente morfológicas na planta. Conceitualmente, um quarto fator é acrescentado, o homem que através de sua ação, provoca ou não a ocorrência de doenças de forma desequilibrada (Agrios, 1988; Juliatti, 2001).

Os danos que a ferrugem causa ao cafeeiro são a redução da área foliar das plantas pelas lesões e pela desfolha, sendo mais visível na safra seguinte. Apenas em situações de alta incidência e severidade ocorrem perdas na granação dos frutos e no rendimento (coco/beneficiado) do mesmo ano.

Informações sobre porcentagem de desfolha com a ferrugem do cafeeiro e seus reflexos na produtividade são citados em vários trabalhos (Oliveira et al., 1998; D'Antonio et al., 1998; Matiello & Almeida, 1998). Entretanto, avaliações, mais detalhadas sobre os danos que a ferrugem e a cercosporiose causam nos cafeeiros em relação às características de crescimento vegetativo da

planta como altura, diâmetro, crescimento de ramos e vigor da planta, dificilmente são estudados, exceção aos trabalhos que envolvem desenvolvimento de mudas de café com o controle de doenças.

Matiello et al. (2002) faz menção que a desfolha, promovida pela ferrugem, acentua a seca de ramos laterais e provoca deformação da planta deixando-a com aspecto de cinturamento e posteriormente há o aparecimento de ramos ladrões, exigindo desbrotas e a antecipação de podas.

Com relação à cercosporiose, as perdas provocadas por esta doença decorrem da redução da área foliar e da desfolha, semelhante à ferrugem, e em casos de alta carga pendente chega à seca de ramos laterais. Porém nos frutos a doença pode causar sua queda prematura e ocorre em vários estádios de desenvolvimento, a maturação é acelerada, ocorrendo aumento de grãos chochos e mal granados, além da aderência da polpa ao pergaminho que dificulta a despulpa, haverá perdas no rendimento, no tipo e na bebida do café (Chalfoun, 1997; Matiello et al., 2002).

Miguel et al. (1975) cita em casos extremos da incidência de cercosporiose perdas na produção de até 30%, entretanto, é comum a ocorrência da ferrugem e, nestas condições torna-se difícil mensurar esta característica.

#### **2.4 Efeito do controle fitossanitário na fase pré-colheita sobre a qualidade do café**

A qualidade de produtos alimentares é de difícil definição. Do ponto de vista agroalimentar, qualidade pode ser considerada como a combinação de atributos de um alimento que determina o grau de aceitabilidade do produto pelo consumidor e, portanto, condiciona o seu valor comercial (Serra-Belenguer & Escriche-Roberto, 1997).

Por outro lado, a qualidade pode ser definida do ponto de vista de diferentes indivíduos envolvidos em cada estádio da produção.

O cafeicultor irá considerar que obteve boa qualidade da cultura quando os níveis normais da produção são obtidos e não tenha sido afetada por fatores adversos de clima, doenças e pragas. Outros não darão um veredicto sobre a qualidade do produto até que ela tenha passado pela fase de processamento.

Tais fatos demonstram que a qualidade é definida diferentemente por diferentes indivíduos envolvidos em cada estágio de produção, mas é requerida uma análise holística por aqueles que atuam dentro de sistemas normatizados de gestão de qualidade como o caso do APPCC.

A qualidade do café depende principalmente da forma como o café é cultivado, colhido e processado. Deficiências em nutrientes e o uso inadequado de medidas de proteção contra as doenças do café levarão a produção de baixos padrões qualitativos do produto (Feria-Morales, 1990; Souza, 1996).

No passado, os trabalhos referentes aos danos provocados por pragas e doenças do cafeeiro não relacionavam os seus efeitos, diretos ou indiretos, com a perda da qualidade do café. O enfoque era voltado aos danos que estas pragas e doenças causavam, representados apenas por prejuízos na produção e no rendimento do café produzido.

Vários trabalhos demonstraram estes números, por exemplo, Reis et al. (1976) citam uma redução na produção de café da ordem de 52% devido à desfolha de 67% no mês de outubro, em consequência do ataque de bicho mineiro. Reis & Souza (1994, 1996) confirmaram esses altos prejuízos relatando uma redução na produção entre 34,3 e 41,5%. O ataque da broca do café, também foi mensurado com redução na ordem de 21% ou 12,6 kg por saco de 60kg de café beneficiado (Souza & Reis, 1980; Reis & Souza, 1986).

Os mesmos autores, posteriormente, verificaram que o ataque de broca e o aumento da infestação, a qualidade do café alterou, passando do tipo 2 ao tipo 7, indicando perdas qualitativas além das quantitativas, anteriormente citadas.

No caso da broca do café, Chalfoun et al. (1984) verificaram que a qualidade da bebida é influenciada pelo ataque da broca, tendo em vista a facilidade que os danos proporcionam à penetração de microrganismos, como fungos do gênero *Fusarium* e Calafiori et al. (1978) citam o gênero *Penicillium*, ambos relacionados com alteração da qualidade da bebida do café.

Meirelles (1990) constatou que a incidência de microrganismos correspondeu à obtenção de bebida de pior qualidade em seu trabalho. Verificou uma maior incidência dos fungos *Fusarium* sp, *Penicillium* spp, *Aspergillus ochraceus* e *A. niger*, em amostras de café previamente classificadas nos padrões de “bebida rio e riada”. Apenas o fungo *Cladosporium* sp apresentou-se com mais frequência nos cafés classificados no padrão de bebida mole e dura.

Entretanto, Krug (1940) verificou que a aplicação de calda bordalesa aos cafeeiros proporcionou aumento na qualidade do café em relação aos não pulverizados. Outros trabalhos desenvolvidos por Chalfoun & Carvalho (1989) e Chalfoun et al. (1992) também demonstraram esses efeitos, além do controle de doenças foliares, com uso do cobre, houve uma maior preservação do enfolhamento, e conseqüentemente houve melhoria da qualidade final do produto.

Dessa forma, demonstrou-se que o controle de patógenos e pragas associadas à cultura não só reduzem os danos diretos causados sobre a produção, mas também contribuem para a preservação da qualidade final do produto.

Os defeitos do café, uma das características utilizadas para a sua classificação em diferentes padrões, possuem a sua origem bem definida e são devido às falhas ocorridas nas fases de pré-colheita, colheita e pós-colheita que exercem influências já conhecidas tanto sobre o tipo, quanto à bebida (Carvalho et al., 1970; Prete, 1992; Pereira, 1997).

Estes trabalhos demonstraram que a redução na qualidade ocorre em função do número e tipo de defeitos. Com base nestes conhecimentos um

Programa de Boas Práticas Agrícolas e de Preparo visa entre outros fatores, a obtenção de um produto final com reduzido número de defeitos, proporcionando melhores condições de comercialização deste produto seja pelo cafeicultor ou pelas cooperativas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Enquadramento do controle de ferrugem e cercosporiose no sistema APPCC**

##### **3.1.1 Análise de Perigos envolvendo a ocorrência e controle de ferrugem e cercosporiose.**

Visando a avaliação dos Perigos envolvidos durante as fases de ocorrência e controle da ferrugem e cercosporiose, utilizou-se os Formulários extraídos e adaptados da Portaria 46 de 10/02/1998 do M.A.A. para a elaboração de uma Tabela que identifica, analisa os perigos e caracteriza as medidas preventivas de controle.

O propósito da análise de perigos segundo o sistema APPCC é fornecer um embasamento para determinar se o perigo potencial é um Ponto Crítico de Controle (PCC's) ou se deve ser considerado como um Ponto de Controle (PC) podendo ser incluído como uma Boa Prática Agrícola (BPA's). O Ponto de Controle refere-se à etapa onde fatores biológicos, químicos e físicos podem ser controlados e o Ponto Crítico de Controle tornando-se essencial o seu controle para prevenir ou eliminar um perigo de segurança alimentar ou reduzir o risco a um nível aceitável.

A característica severidade, presente nos Formulários, leva em consideração o impacto, a magnitude, a duração da doença ou danos à integridade do consumidor enquanto que o risco estima a ocorrência do perigo.

A análise de perigos deve identificar, também, as etapas do processo onde os perigos potenciais não são controlados nas propriedades, quando o produto está sendo transportado, rebeneficiado, comercializado ou no preparo para consumo. O presente trabalho restringiu-se à ocorrência e controle da ferrugem e cercosporiose.

### 3.1.2 Enquadramento das operações de controle de ferrugem e cercosporiose no Programa de Boas Práticas Agrícolas (BPAs) ou APPCC.

Visando fornecer subsídios para o enquadramento das práticas de controle da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro no Sistema de Gestão de Qualidade APPCC, utilizou-se o diagrama decisório para determinar se a etapa do processo é um Ponto Crítico de Controle, conforme ilustrado na Figura 1.

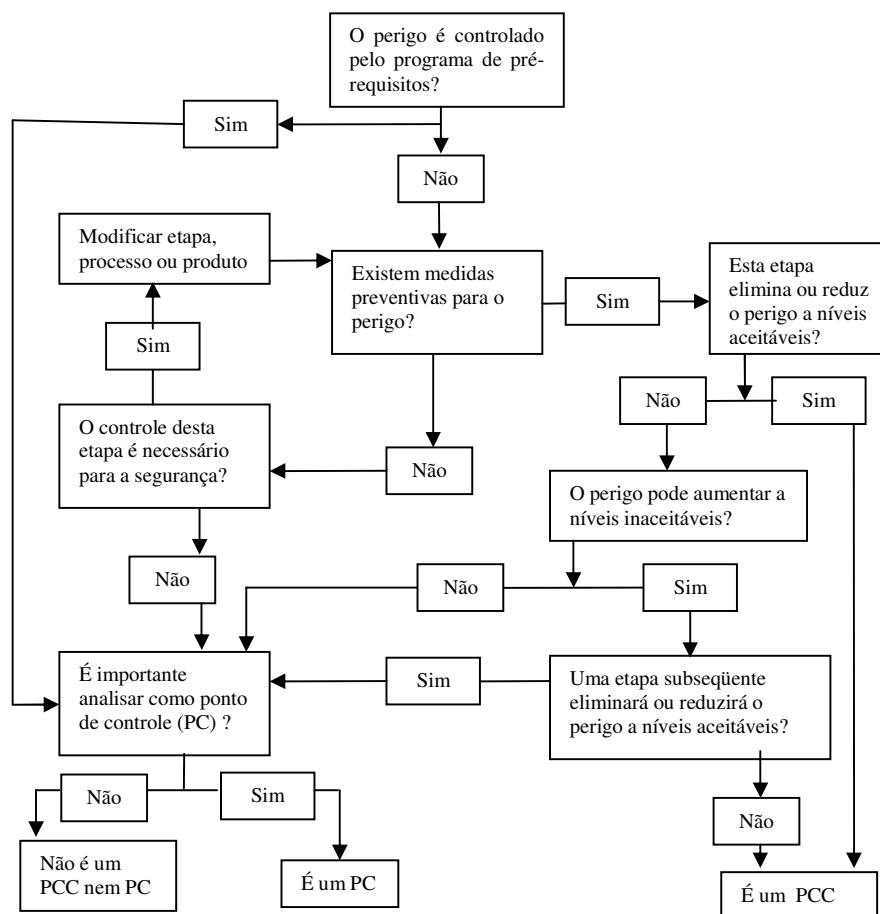


Figura 1. Diagrama decisório para análise de perigos (Senai, 2002).

O APPCC permite utilizar dados de literatura para definir os PCC's de acordo com Nortermans et al. (1994), ressalta-se também que o objetivo do APPCC é reduzir o número de análises químicas no final do processo, e, não proíbe a utilização de insumos, mas procura otimizar o seu emprego.

### **3.2 Caracterização do experimento de controle químico da ferrugem e cercosporiose**

Após a análise dos perigos contidos nas etapas de controle da ferrugem e cercosporiose, descritas no item anterior, instalou-se um experimento visando à redução dos principais perigos identificados e fornecendo subsídios para a implementação do sistema APPCC neste segmento da cultura.

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2000 a dezembro de 2002, em uma lavoura de café (*Coffea arabica* L.) da cultivar Acaiá Cerrado, linhagem MG-1474, plantada em fevereiro de 1997, no espaçamento adensado de 2,0 x 0,6 m, totalizando 8.333 plantas/ha e apresentando expectativa de carga pendente alta para o ano de 2001.

A área experimental utilizada localiza-se em Lavras, Sul de Minas Gerais, no Campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Agricultura, Setor de Cafeicultura, em Latossolo Vermelho Amarelo Distroférico típico, textura média, com relevo suave ondulado, a uma altitude média de 910m, a 21°14' de latitude sul e 45° de longitude oeste, com precipitação anual de 1480 mm, concentrada nos meses de outubro a março, temperatura média de 20°C e clima classificado Cwa, de acordo com Köppen.

Testou-se o efeito de produtos químicos à base de cobre e sistêmico, no controle da ferrugem e da cercosporiose, aplicados via foliar, isoladamente ou em associação, em épocas e número de aplicações, conforme a Tabela 1.

Os tratamentos químicos foram definidos visando atender os preceitos do APPCC nos seguintes aspectos: 1. seleção de tratamentos que controlassem



as doenças que podem comprovadamente causar danos à produtividade e qualidade do café, a ferrugem e cercosporiose; 2. tratamentos aplicados de tal forma que minimizassem os riscos de contaminação dos aplicadores e ambiente, do produto final pelos fungicidas utilizados e seus resíduos; 3. tratamentos aplicados que minimizassem, indiretamente, os riscos dos frutos e grãos por fungos toxigênicos que eventualmente poderiam colonizá-los através das lesões causadas pelo fungo agente causal da cercosporiose.

TABELA 1 - Relação dos tratamentos aplicados ao cafeeiro (*Coffea arabica* L.) com os respectivos produtos, doses, épocas e número de aplicações. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Tratamentos	Descrição
1	Testemunha, sem aplicação de fontes de Cobre e fungicidas sistêmicos.
2	Oxicloreto de Cobre, 50% de cobre metálico, 3 Kg/ha, quatro aplicações, com intervalo de 30 dias em Janeiro, Fevereiro, Março e Abril.
3	Calda Viçosa comercial fornecendo 0,5 Kg/ha de Sulfato de Cobre, com número de aplicações, épocas e intervalo igual ao tratamento anterior.
4	Epoxiconazole, 0,6 l/ha, aplicado quando a ferrugem atingiu 5% de incidência e 60 dias após, uma aplicação de Oxicloreto de Cobre (3kg/ha).
5	Duas aplicações de Epoxiconazole, com intervalo de 60 dias; primeira com 0,6 l/ha e a segunda 0,4 l/ha, com início das aplicações, adotando o mesmo critério do tratamento anterior.
6	Aplicação de Epoxiconazole, 0,6 l/ha, com início em Janeiro, independente da incidência de ferrugem, e 60 dias após, uma aplicação de Oxicloreto de Cobre (3kg/ha).

Os produtos foram ainda utilizados dentro das normas de segurança para os aplicadores, através da utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI's).

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com 4 repetições, considerando um experimento balanceado. Cada parcela foi constituída de 3 fileiras com 8 plantas em cada linha, sendo as 6 plantas centrais consideradas úteis. As subparcelas foram constituídas da divisão em duas faces; a denominada nascente que recebia o sol na parte da manhã, no terço superior das plantas e a face poente na parte da tarde. O ano foi considerado no modelo como efeito de tempo.

Foram empregados como fonte de Sulfato de Cobre e Epoxiconazole, descritos nos tratamentos (Tabela 1), os produtos comerciais Viça-Café (5Kg/ha) e Opus, respectivamente. As aplicações foram feitas com pulverizador costal motorizado, marca Jacto, com gasto médio de 400 litros/ha/aplicação.

Ainda dentro dos princípios envolvidos no APPCC, procurou-se selecionar técnicas de controle envolvendo produtos de baixa toxicidade como aqueles à base de cobre (pouco tóxico) e nos esquemas onde se utilizou o produto epoxiconazole, mais tóxico (Medianamente tóxico), tomou-se o cuidado de utilizá-lo apenas no início do ciclo da doença e quando utilizado em duas aplicações, observou-se rigorosamente o período de carência, como medida de controle do perigo de resíduo no produto final.

Os demais tratos culturais constituíram de capina manual alternada com herbicidas pós-emergentes, durante as fases de competição com a cultura. As aplicações de corretivos e fertilizantes seguiram as recomendações da Comissão... (1999). Exceção, apenas para o tratamento 3, com relação as adubações foliares, por conter em sua formulação fontes de boro e zinco, ficando ausentes estas aplicações.

### 3.3 Características avaliadas

#### 3.3.1 Avaliação da ferrugem, cercosporiose, produção e desfolha.

Foram avaliadas a incidência e a severidade da ferrugem e a incidência de cercosporiose, com intervalos de quinze dias, com início em dezembro de 2000 e término em dezembro de 2002.

Avaliou-se a incidência destas doenças, observando-se os sintomas em 16 folhas por planta, no terço médio e nos dois lados da planta, ao acaso, do 3º até o 4º par de folhas, totalizando 96 folhas, em 6 plantas, por parcela útil, sendo registrada a porcentagem de folhas com ferrugem. A cercosporiose nas folhas foi avaliada da mesma forma que a ferrugem, porém foi registrada a incidência da face nascente e da poente. Nos frutos a cercosporiose foi avaliada através da coleta de 120 frutos por parcela nos meses de março a junho e após a verificação era calculada a porcentagem de frutos infectados.

Para avaliar a severidade da ferrugem, contou-se, na parcela, o número total de pústulas por folha e dividiu-se pelo número de folhas com presença de lesões.

Os resultados referentes aos índices médios de incidência de ferrugem e cercosporiose e severidade da ferrugem foram transformados em representações gráficas do progresso da doença durante o período de avaliação.

Após a obtenção das curvas de progresso das doenças estudadas, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) da ferrugem e a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) da cercosporiose de acordo com a equação proposta por Campbell & Madden (1990).

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) \cdot (t_{i+1} - t_i)$$

Em que:

AACPD = Área abaixo da curva de progresso da doença;

$y_i$  = Proporção da doença na  $i$ -ésima observação;

$t_i$  = Tempo em dias na  $i$ -ésima observação;

$n$  = Número total de observações.

- Produção de café beneficiado: A produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha, correspondente aos anos-safra 2001/2002 e 2002/2003, foi obtida a partir do peso de café “da roça” colhido na parcela, considerando um rendimento médio de 20% em peso para todo o experimento (Mendes, 1941).
- Porcentagem de desfolha: avaliada em todas as parcelas após a colheita, tomando-se quatro ramos produtivos por planta, dois de cada lado (subparcela), registrando-se o número de pares de folhas que desprenderam no intervalo entre 10 internódios a partir do meristema apical para a base.

**3.3.2 Medidas de crescimento da planta:** no segundo ano do ensaio foram avaliadas as seguintes características:

- Comprimento total de ramos (CTR): avaliado nas subparcelas, em maio de 2002, final do período chuvoso, tomando-se dois ramos de cada lado da planta, localizados no terço médio, medindo em centímetros do meristema apical até a base.

Nestes mesmos ramos foram avaliadas, ainda, mais quatro características: o comprimento da seção compreendido como área esgotada, sem a presença de folhas e frutos (CRE); a seção do meio, apresentando folhas e frutos, denominada comprimento do ramo em produção (CRP); e, a seção da extremidade do ramo, sem frutos e em crescimento vegetativo, denominada comprimento do ramo em crescimento vegetativo (CRCV). Na seção do ramo em produção (CRP), foi registrado o número de frutos (NF).

- Vigor vegetativo: avaliou-se o vigor vegetativo, após a colheita, no segundo ano, atribuindo notas subjetivas de 1 a 10, sendo a nota 1 correspondente as piores plantas, com reduzido vigor vegetativo e acentuada desfolha, e 10, às

plantas com excelente vigor, mais enfolhadas e com acentuado crescimento vegetativo dos ramos produtivos.

- Altura da planta: avaliada medindo-se a altura das plantas do solo até o último par de folhas terminal do ramo ortotrópico.

### **3.3.3 Análise da qualidade do produto.**

No segundo ano de ensaio, após a colheita, foram separadas amostras de cada parcela, de café beneficiado e encaminhadas para a realização de testes sensoriais e classificação quanto ao número de defeitos. Foram registradas em porcentagem as descrições dos defeitos.

Os resultados obtidos quanto aos diferentes padrões de bebida foram convertidos em valores numéricos, segundo Garruti & Conagim (1961) conforme representado na Tabela 2.

Foram avaliadas as porcentagens de peneira e de frutos chochos da seguinte forma: - Porcentagem de peneira alta: determinou-se o tamanho dos grãos tipo chato para cada parcela utilizando a peneira oficial com orifícios 16/64, classificando-as em grãos do tamanho 16 acima.

- Porcentagem de frutos chochos: na mesma amostra separada para analisar a qualidade do café referente à safra 2002/2003 separou-se 0,31 de frutos e após contagem, foram colocados em água e registrados os números de frutos “boias”.

TABELA 2 – Classificação, características e valores numéricos de resultados de degustação proposta por Garruti & Conagin (1961). UFLA, Lavras - MG, 2003.

Classificação da bebida	Características organolépticas	Pontos
Estritamente mole	Bebida de sabor suavíssimo e adocicado	24
Mole	Bebida de sabor suave acentuado e adocicado	18
Apenas mole	Bebida de sabor suave, porém com leve adstringência	13
Dura	Bebida com sabor adstringente e gosto áspero	11
Riada	Bebida com leve sabor de iodofórmio ou ácido fênico	7
Rio	Bebida com sabor forte desagradável lembrando iodofórmio ou ácido fênico	1

### 3.4 Análise estatística

#### 3.4.1 Análise de variância e teste de médias

A análise de variância foi realizada de acordo com o modelo usual para blocos casualizados, para as variáveis altura das plantas, em metros; bebida, expressa em valores numéricos; peneira em porcentagem; número de defeitos, defeito verde e quebrado; porcentagem de frutos chochos; e vigor vegetativo. Para a comparação entre as médias dos diferentes tratamentos efetuou-se o teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2000).

Para a análise de variância das características avaliadas neste esquema, usou-se o seguinte modelo linear:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{(ij)},$$

Em que:

$Y_{ij}$  : características avaliadas na parcela que recebeu o tratamento 'i', no bloco 'j';

$\mu$  : média geral;

$t_i$  : efeito do tratamento i ( $i = 1, 2, \dots, I$ ;  $I = 6$ );

$b_j$  : efeito do bloco j ( $j = 1, 2, \dots, J$ ;  $J = 4$ );

e : erro experimental.

#### **3.4.2 Análise de variância em esquema de parcela subdividida no tempo**

Nesta análise foram utilizados os dados das seguintes características: área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) da ferrugem e produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha nos anos safra 2001/2002 e 2002/2003. Considerou-se como subparcela cada ano de avaliação, 2001 e 2002.

Para a análise de variância das características avaliadas neste esquema, usou-se o seguinte modelo linear:

$$Y_{ijl} = \mu + t_i + b_j + e_{(ij)} + a_l + e_{(jl)} + ta_{il} + e_{(ijl)},$$

Em que:

$Y_{ijl}$  : características avaliadas na parcela que recebeu o tratamento 'i', no bloco 'j';

$\mu$  : média geral;

$t_i$  : efeito do tratamento i ( $i = 1, 2, \dots, I$ ;  $I = 6$ );

$b_j$  : efeito do bloco j ( $j = 1, 2, \dots, J$ ;  $J = 4$ );

$e_{(ij)}$  : erro experimental associado a interação tratamento\*bloco ij ( $e_1$ );

$a_l$  : efeito do tempo l ( $l = 1, 2$ );

$e_{(jl)}$  : erro experimental associado a interação ano\*bloco jl ( $e_2$ );

$ta_{il}$  : efeito da interação do tratamento com o tempo il;

$e_{(ijl)}$  : erro experimental associado a interação tratamento i com o bloco j e ano l ( $e_3$ ).

### **3.4.3 Análise de variância em esquema de parcela subdividida no espaço (faixa)**

Procedeu-se à análise de variância neste delineamento para as seguintes características: comprimento total de ramos (CTR), comprimento de ramos seção esgotada (CRE), comprimento do ramo em produção (CRP), comprimento do ramo em crescimento vegetativo (CRCV) e número de frutos.

Para a análise de variância das características avaliadas neste caso, usou-se o seguinte modelo linear:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{(ij)} + f_k + e_{(jk)} + tf_{ik} + e_{(ijk)},$$

Em que:

$Y_{ijk}$  : características avaliadas na subparcela que recebeu o tratamento 'i', no bloco 'j';

$\mu$  : média geral;

$t_i$  : efeito do tratamento i ( $i = 1,2,\dots,I$ ;  $I = 6$ );

$b_j$  : efeito do bloco j ( $j = 1,2,\dots,J$ ;  $J = 4$ );

$e_{(ij)}$  : erro experimental associado a interação tratamento\*bloco ij ( $e_1$ );

$f_k$  : efeito da face k ( $k = 1,2$ );

$e_{(jk)}$  : erro experimental associado a interação face\*bloco jk ( $e_2$ );

$tf_{ik}$  : efeito da interação do tratamento com a face ik;

$e_{(ijk)}$  : erro experimental associado a interação tratamento i com o bloco j e face k ( $e_3$ );



### 3.4.4 Análise de variância em esquema de parcela subdividida no tempo e no espaço (faixa).

Neste caso, procedeu-se à análise de variância as seguintes características: área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose e porcentagem de desfolha. E empregou-se o seguinte modelo linear:

$$Y_{ijkl} = \mu + t_i + b_j + e_{(ij)} + f_k + e_{(jk)} + tf_{ik} + e_{(ijk)} + a_l + e_{(jl)} + ta_{il} + e_{(ijl)} + fa_{kl} + e_{(jkl)} + tfa_{ikl} + e_{(ijkl)}.$$

Em que:

$Y_{ijkl}$  : características avaliadas na subparcela que recebeu o tratamento 'i', no bloco 'j';

$\mu$  : média geral;

$t_i$  : efeito do tratamento i (i = 1,2,...,I; I = 6);

$b_j$  : efeito do bloco j (j = 1,2,...,J; J = 4);

$e_{(ij)}$  : erro experimental associado a interação tratamento\*bloco ij ( $e_1$ );

$f_k$  : efeito da face k (k = 1,2);

$e_{(jk)}$  : erro experimental associado a interação face\*bloco jk ( $e_2$ );

$tf_{ik}$  : efeito da interação do tratamento com a face ik;

$e_{(ijk)}$  : erro experimental associado a interação tratamento i com o bloco j e face k ( $e_3$ );

$a_l$  : efeito do tempo l (l = 1,2);

$e_{(jl)}$  : erro experimental associado a interação ano\*bloco jl ( $e_4$ );

$ta_{il}$  : efeito da interação do tratamento com o tempo il;

$e_{(ijl)}$  : erro experimental associado a interação tratamento i com o bloco j e ano l ( $e_5$ ).

$fa_{kl}$  : efeito da interação da face com o tempo kl;

$e_{(jkl)}$  : erro experimental associado a interação face k com o tempo l e bloco j ( $e_6$ );

$t_{\alpha_{ikl}}$  : efeito da interação do tratamento com a face e tempo  $ikl$ ;

$e_{(ijkl)}$  : erro experimental associado a interação do tratamento  $i$  com a face  $k$ , tempo  $l$  e bloco  $j$  ( $e_7$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise de Perigos envolvendo a ocorrência e controle de ferrugem e cercosporiose.

O resumo da análise de perigos referentes às doenças estudadas está apresentado na Tabela 3. Verificou-se que tanto no controle da ferrugem como da cercosporiose o emprego de defensivos é um perigo potencial sendo considerada a severidade alta e risco variando de alto a médio.

Os agroquímicos sistêmicos e os protetores à base de cobre utilizados no controle da ferrugem podem estar aumentando os seus níveis no solo pelo uso contínuo e expondo a riscos de intoxicação as plantas e os aplicadores, concordando com Venkataramaiah & Deepak-Singh (1974) e Pavan et al. (1994) segundo os quais, a preocupação com o meio ambiente e a saúde do trabalhador deve ser incluída dentro do sistema de gestão de qualidade APPCC.

Com relação à ocorrência de cercosporiose, uma doença que além das folhas, infecta os frutos causando lesões (injúrias) e pode favorecer a ocorrência de perigos biológicos tais como os fungos toxigênicos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* associados aos grãos e tem como principal perigo químico a Ocratoxina A, conforme relatado na literatura (Jones et al., 1980; Marsh & Payne, 1984; Nelson et al., 1993). Estes trabalhos demonstram a existência de vários fatores que influenciam a produção de micotoxinas no campo e a interação entre fungos patógenos de plantas hospedeiras juntamente com os fatores favoráveis do ambiente para a ocorrência de contaminações.

Tabela 3 – Resumo da análise dos perigos envolvendo a ocorrência e controle de ferrugem e cercosporiose. UFLA, Lavras –MG, 2003<sup>1</sup>.

Insumos / Etapas de processo	Perigos	Justificativa	Seve- ridade	Risco	Medidas de controle
Fase pré- colheita / Controle da ferrugem	Defensivos (PQ)*	O uso de defensivos tem causado danos ao ambiente e a saúde dos trabalhadores	A*	A	Diagnóstico e monitoramento ambiental, monitoramento da doença, utilização de produtos seletivos e menos tóxicos, diversificação de produtos, proteção dos trabalhadores.
	e resíduos de defensivos (PQ)	Quando não observadas as carências dos defensivos, podem ocorrer níveis inaceitáveis de resíduos no produto final	A	M	Observância do período de carência dos produtos utilizados.
Fase pré- colheita / Controle de cercosporiose	Defensivos e resíduos de defensiv.(PQ)	Idem ferrugem	A	M	Idem ferrugem.
	Fungos toxigênicos (PB) Ocratoxina A (PQ)	As lesões de cercosporiose podem possibilitar a contaminação por fungos toxigênicos e Ocratoxina A	A	A	Medidas integradas de controle à cercosporiose, com ênfase para as adubações e plantios adensados.
Fase pós- colheita / Frutos com cercosporiose	Fungos toxigênicos (PB)	Frutos com lesões de cercosporiose são porta de entrada para fungos ocratoxigênicos	A	A	Separação hidráulica/ despulpamento/ descascamento.
	Ocratoxina A (PQ)	Ambiente e outros fatores favoráveis	A	A	Manejo adequado da secagem dos frutos e/ou grãos.

<sup>1/</sup> Formulário extraído e adaptado da Portaria 46 de 10/12/1998 do M.A.A.

\* PQ = perigo químico, PB = perigo biológico, A = alto e M = médio.

Moss (1992) cita na cultura do milho que a produção de aflatoxina em milho em condições de seca, o stress provocado é um fator importante, mas insetos vetores, presença e inóculo natural tais como *Sclerotinia* no solo ou esporos no ar, interações com outros microrganismos e exposição da planta hospedeira pode contribuir para um nível eventual de contaminação da toxina. Mais recentemente, Vega & Mercadier (1998) na Uganda, observaram o papel da broca do café como um vetor de *A. ochraceus* em grãos de café. Com base nestes artigos e diante da escassez de trabalhos desta natureza para a cultura do cafeeiro infere-se que exista a possibilidade de que as injúrias nos frutos, durante a fase pré-colheita, causadas por cercosporiose, insetos e outros fatores, possibilitem a contaminação no campo por fungos toxigênicos apresentando alta severidade e risco para o produto final quando na ausência de qualquer medida de controle para a cercosporiose.

#### **4.2 Enquadramento das operações de controle de ferrugem e cercosporiose no Programa de Boas Práticas Agrícolas (BPAs) ou APPCC**

De acordo com o diagrama decisório para análise de perigos do Senai (2002), o perigo referente às operações de controle de ferrugem e cercosporiose do cafeeiro não são controladas pelo programa de pré-requisitos, embora existam medidas para reduzir ou eliminar o perigo a níveis aceitáveis, sendo ambas as etapas enquadradas como um Ponto Crítico de Controle (Figura 1).

Observa-se no caso da ferrugem, o controle da doença é um Ponto de Controle (PC), mas a forma de controle é que constitui um PCC's representando uma ameaça ao ambiente, aplicador e consumidor. E para a cercosporiose o perigo está presente nas duas situações, tanto a ocorrência da doença como o controle, constituem o perigo de segurança alimentar.

Sendo considerados PCC's, a ocorrência e controle da ferrugem e cercosporiose devem ser enquadrados na sistemática que envolve o APPCC,

seguindo as etapas quanto a treinamento da equipe envolvida no processo, monitoramento, seleção de produtos menos tóxicos, aplicação adequada, avaliação da eficiência de controle dos PCC's, registros e todos os outros passos previstos na implantação desse sistema de gestão de qualidade, inclusive a própria reformulação dos procedimentos baseados no processo dinâmico do sistema.

Assim espera-se que este conjunto de medidas resulte em um produto final dotado de qualidade, segurança para o consumidor e seja competitivo atendendo as exigências atuais de mercado.

#### **4.3 Ferrugem, cercosporiose, produção e desfolha do cafeeiro**

A avaliação da incidência e severidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro realizado quinzenalmente, em lavoura submetida a diferentes tratamentos químicos visando o controle da ferrugem e da cercosporiose, mostrou variações de intensidade da doença, entre tratamentos durante os meses de dezembro de 2000 e dezembro de 2002 (Figuras 2, 3 e 4).

Os resultados obtidos quanto à incidência e severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) nas folhas, em cafeeiros submetidos a diferentes fungicidas cúpricos e/ou sistêmicos e com aplicações em diferentes níveis de incidência da doença, estão representados nas Figuras 2 e 3 através das curvas de progresso da doença.

Em 2001 a curva de progresso da ferrugem, representada pela testemunha, teve início em fevereiro, com pico máximo no início de junho, atingindo valores superiores a 82% de incidência e prolongando neste patamar até o final de agosto, após o qual sobrevieram as desfolhas. Sustentar este nível sugere condições ambientais favoráveis para a evolução da doença em novas folhas uma vez que as infectadas anteriormente caem.

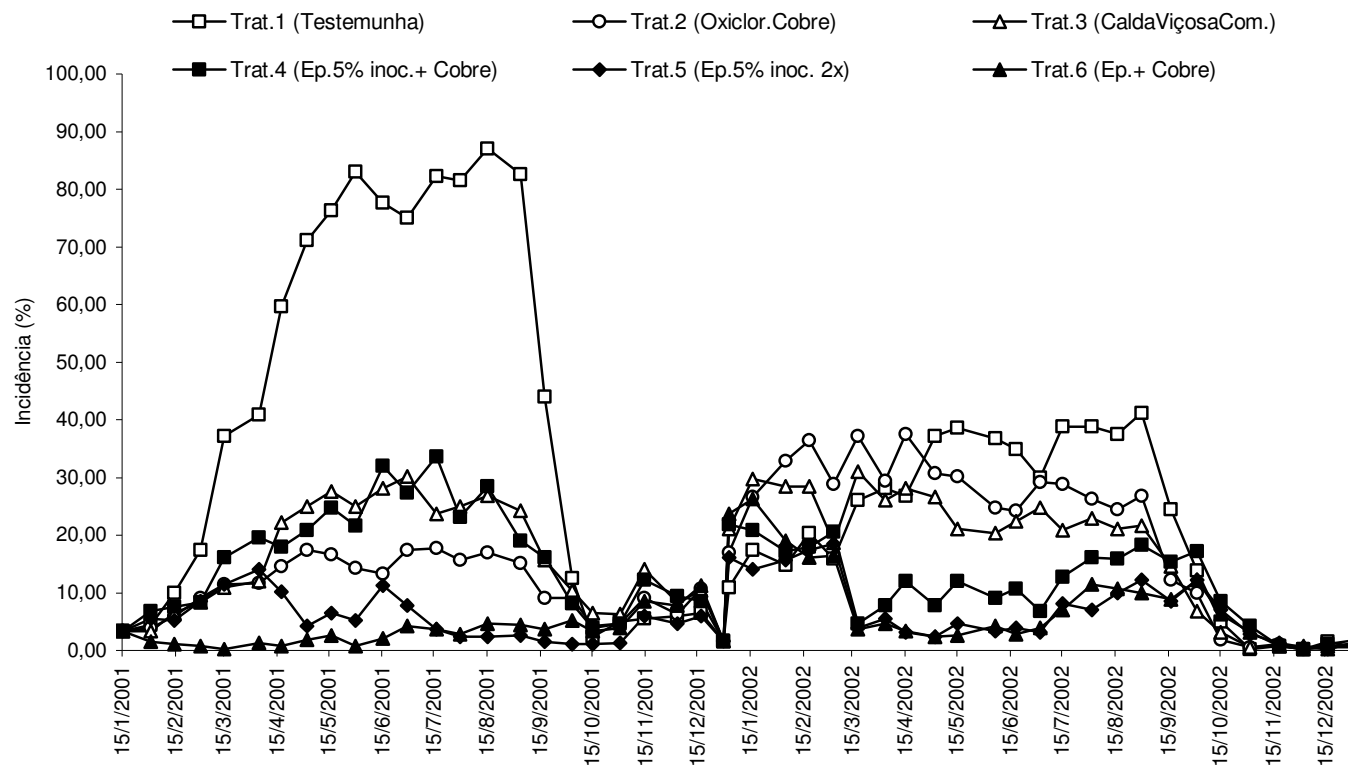


FIGURA 2 - Curvas de progresso da incidência de ferrugem do cafeeiro em lavoura submetida a diferentes tratamentos químicos nos anos de 2001 e 2002. UFLA, Lavras, MG, 2003.

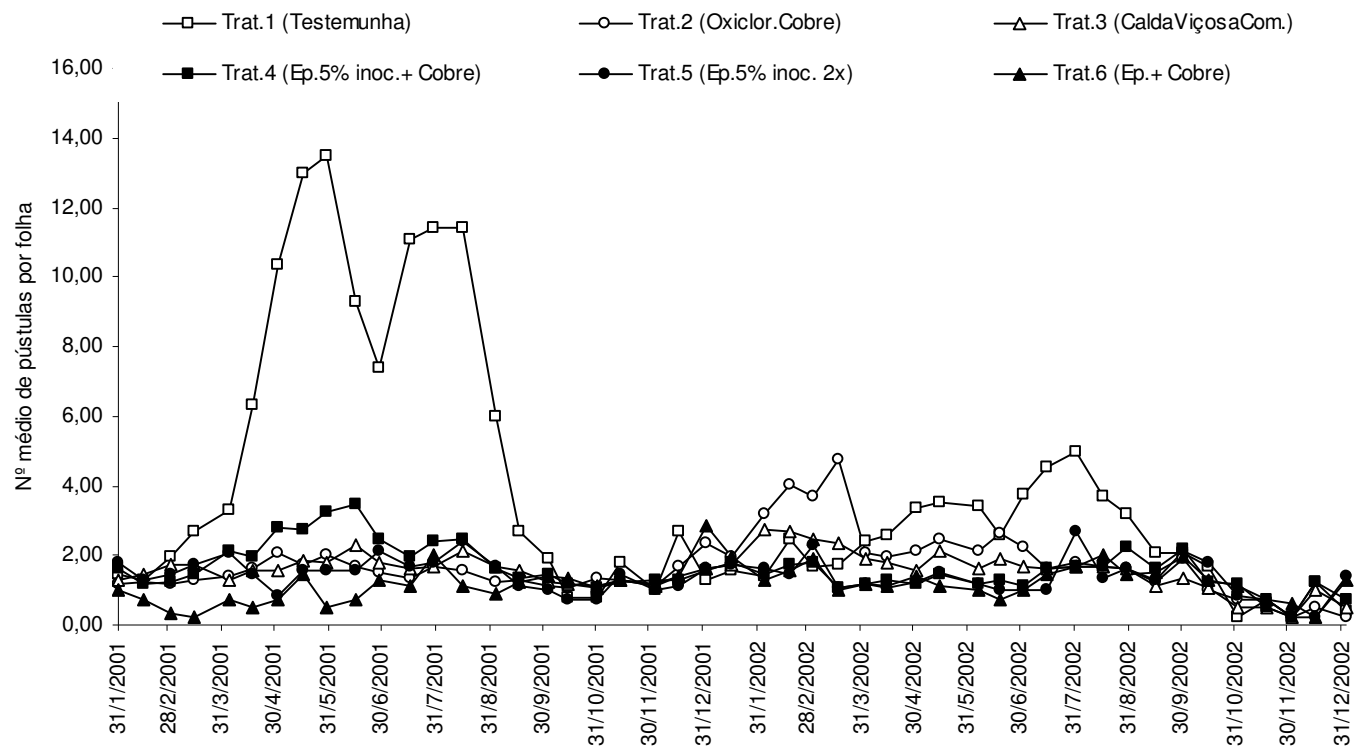


FIGURA 3 - Curvas de progresso da severidade da ferrugem do cafeeiro em lavoura submetida a diferentes tratamentos químicos nos anos de 2001 e 2002. UFLA, Lavras, MG, 2003.



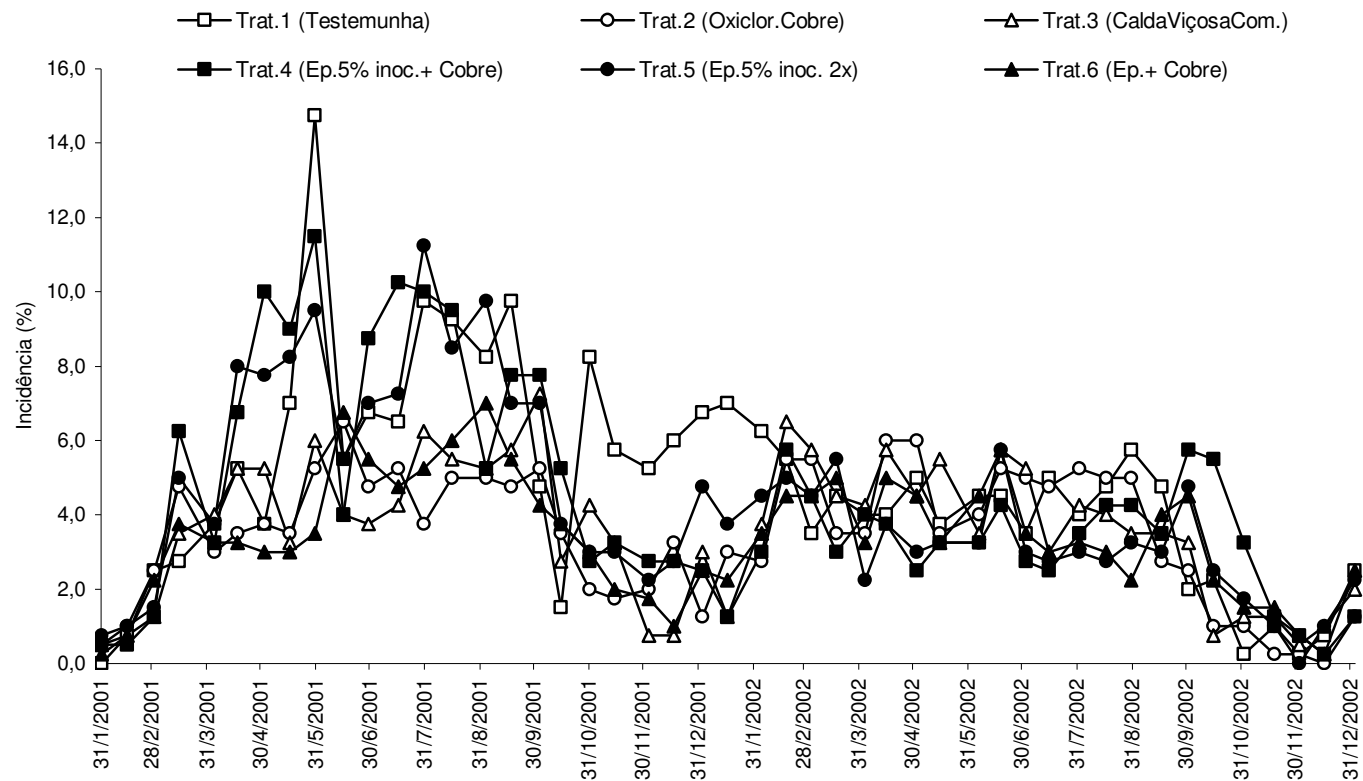


FIGURA 4 - Curvas de progresso da incidência de cercosporiose do cafeeiro em lavoura submetida a diferentes tratamentos químicos nos anos de 2001 e 2002. UFLA, Lavras, MG, 2003.

No ano de 2002, houve uma antecipação do início da curva de progresso da ferrugem para janeiro e aumento gradativo chegando em maio com 37% de incidência da doença e se estendendo até o final do mês de agosto com 41% e em seguida a taxa de progresso negativa foi observada. Neste período, tanto a incidência como a severidade da ferrugem foram bem menores em relação ao período anterior devido a menor produção.

As inúmeras pesquisas realizadas no país mostravam que a curva considerada padrão para o progresso da ferrugem em Minas Gerais que se iniciava em janeiro e sofria um aumento logarítmico na incidência nos meses de março a abril, tendo um ponto máximo, nos anos de alta carga pendente de frutos, por volta do mês de maio/junho, não tem se confirmado nos últimos anos. Diferenças no comportamento da doença são atribuídas a variações climáticas, de acordo com Chalfoun et al. (2001).

No presente estudo, ficou evidente que variações da temperatura média anual, a ocorrência de chuvas esporádicas durante os períodos de outono/inverno e condições favoráveis do hospedeiro à infecção, possibilitaram o prolongamento do ciclo da ferrugem durante o ano (Tabela 1A). Desta forma, a manutenção de índices elevados de incidência de ferrugem durante o período de maio a agosto representa uma alteração no comportamento da doença que justifica um ajuste nas recomendações de controle químico, principalmente visando proteger as folhas no final do ciclo da ferrugem.

Com relação aos tratamentos envolvendo produtos cúpricos e/ou sistêmicos, estes reduziram a incidência (porcentagem de folhas doentes) ficando, no período avaliado, abaixo de 35 % enquanto que a testemunha atingiu valores superiores a 80 % nos meses de maior incidência, de maio e agosto.

A obtenção das curvas de progresso das doenças estudadas (Figuras 2, 3 e 4) permitiu o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença. O resumo da análise de variância dos dados relativos à área abaixo da curva de

progresso da incidência e severidade da ferrugem e produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha referentes ao período de janeiro de 2001 a dezembro de 2002 é apresentado na Tabela 4.

TABELA 4 - Resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) de ferrugem e produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos nos anos de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	de G.L.	Quadrado Médio		
		AACPI	AACPS	Produção
Tratam	5	92035446,45**	928994,74**	333,38
Blocos	3	2207221,57	8708,56	40,45
Resíduo 1	15	1099171,23	10139,86	177,28
Ano	1	539243,20	333650,07*	30693,96*
Resíduo 2	3	4037507,70	18404,26	153,62
Ano * tratam	5	25363265,22**	392268,95**	2504,75**
Resíduo 3	18	2166047,76	22803,15	221,20
Média geral		5266,15	630,55	75,78
CV 1 (%)		19,91	15,97	17,57
CV 2 (%)		38,16	21,51	16,35
CV 3 (%)		27,95	23,95	19,62

\* e \*\*: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo Teste de F, respectivamente.

Houve efeito significativo dos tratamentos e sua interação com o período estudado (tratamento\*ano) sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) da ferrugem. Observa-se efeito isoladamente para ano sobre a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da ferrugem e produção. Houve também efeito significativo da interação tratamento\*ano sobre a produção. Estes resultados demonstram que os tratamentos químicos empregados afetam a curva de progresso da doença alterando o patossistema e as demais características avaliadas.

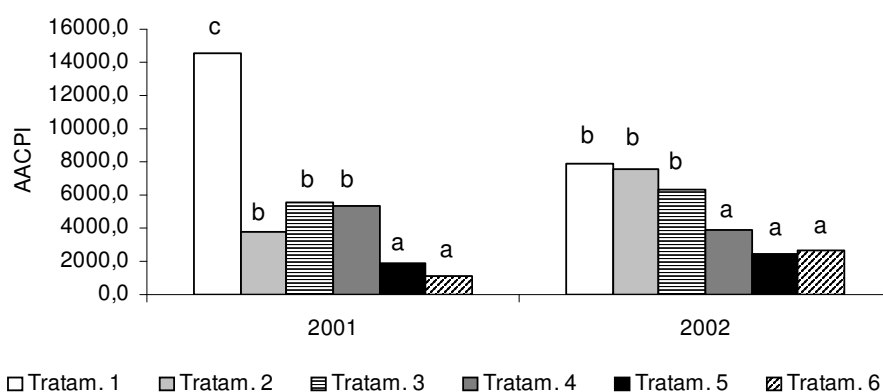
O desdobramento da interação Tratamento\*Ano referente a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) de ferrugem e produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha, esta apresentado na Tabela 2A e a comparação dos valores médios relativa a estas características é apresentada nas Figura 5, 6 e 7.

No controle da ferrugem, verifica-se no ano de 2001 que os tratamentos com o produto sistêmico associado ou não com o cobre foram mais eficientes no controle da doença, exceção apenas para o tratamento Epoxiconazole 5% + Cobre que apresentou resultado intermediário, semelhante aos cúpricos, devendo-se levar em consideração as condições favoráveis do hospedeiro com alta carga pendente presente, com produção média geral de 101 sacas/ha na safra de 2001/2002, indicando que mesmo a aplicação de um produto sistêmico no início da evolução da doença (5%), complementado pelo fungicida cúprico, proporcionou uma certa elevação no índice da doença durante o ciclo. Nessas condições um melhor controle foi obtido através do tratamento exclusivamente com o sistêmico (tratamento 5).

Na prática acontece com frequência a adoção de medidas de controle quando as lavouras apresentam de 5 a 20% de incidência de ferrugem. Alguns trabalhos como de Tassara et al. (1998), Almeida et al. (1998) e Zambolim et al. (2002) verificaram que nesta situação, tratamentos com o Epoxiconazole

proporcionaram índices de controle inferior ao calendário de aplicação. Sendo que este fato explica por que não se deve aguardar índices altos de incidência de ferrugem em anos de alta carga e em condições de clima favorável à doença, para que seja iniciado o controle com fungicidas sistêmicos.

Recentemente, Berger (2002)<sup>3</sup> fez a comparação da epidemia da ferrugem com o vírus que causa gripe em humanos, relatando que a doença manifesta no início, representado graficamente, com uma primeira onda ou pico, e, em seguida a curva de progresso da doença aumenta com uma elevada taxa, em fase logaritma, sugerindo que o momento para se realizar o controle da ferrugem, deve ser no início ou mesmo um pouco antes desta primeira curva.



Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada ano, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

FIGURA 5 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de ferrugem em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos nos anos de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

<sup>3</sup> Berger, R. Comunicação pessoal. 2002. (University of Florida – USA).

No segundo ano de avaliação os tratamentos que receberam os produtos a base de cobre tiveram um comportamento semelhante à testemunha, este fato pode ser explicado pela produção menor em relação ao ano anterior, com média geral de 50,5 sacas/ha na safra 2002/2003, acentuando a bialidade, especialmente para a testemunha que apresentou alta incidência de ferrugem no ano anterior (Figura 5).

Tanto no ano de 2001 como 2002 os tratamentos que utilizaram o fungicida epoxiconazole associado ou não com os produtos protetores a base de cobre apresentaram menor incidência de ferrugem, menor área abaixo da curva de progresso de incidência (AACPI) de ferrugem, mostrando-se eficiente no controle da ferrugem do cafeeiro. Sendo esta característica verificada em outros trabalhos (Matiello et al., 1995; Silveira & Serra, 1995; D'Antonio et al., 1998; Barbosa et al., 1998; Almeida & Matiello, 2000) que comprovaram a eficiência do produto no controle da ferrugem.

Em resumo, no ano de 2001, ano de alta carga, e no ano de 2002, os tratamentos 5 e 6 que utilizaram o produto sistêmico epoxiconazole foram mais eficientes em relação aos cúpricos. Era de se esperar no ano de 2002, ano de média produção, que os tratamentos com os produtos a base de cobre, no caso o oxiclreto de cobre (tratamento 2) e sulfato de cobre (tratamento 3) comportassem de maneira semelhante aos fungicidas sistêmicos. A provável explicação para o resultado obtido e concordando com Berger (2002)<sup>4</sup>, está na época de aplicação dos produtos relacionados diretamente ao sucesso no controle da doença. A época de aplicação dos tratamentos no primeiro ano, para os tratamentos 2, 3 e 6 iniciou-se em janeiro com 1,6% de incidência ferrugem, e para os tratamentos 4 e 5 iniciou-se em fevereiro, quando atingiu 5% de incidência. No ano seguinte, os tratamentos 2, 3 e 6, com início em janeiro, registraram de 5 a 20% de incidência e, conseqüentemente, os tratamentos 4 e 5

---

<sup>4</sup> Berger, R. Comunicação pessoal. 2002. (University of Florida – USA).

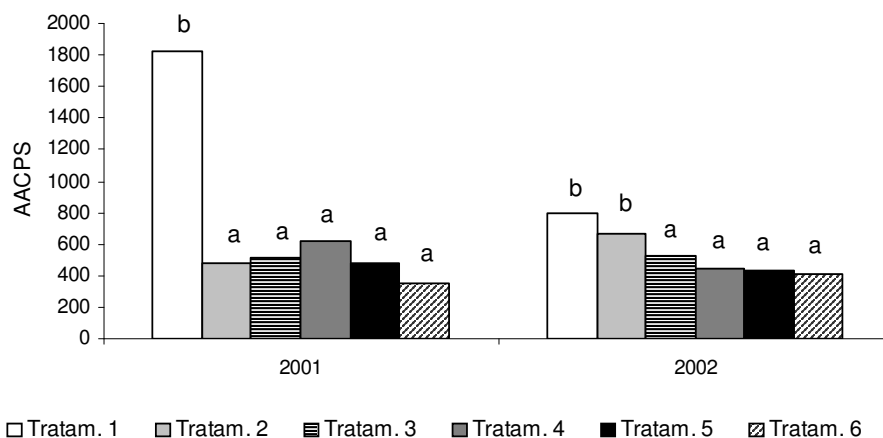
também iniciaram neste período, mostrando que o ponto de inflexão da curva de progresso da ferrugem neste ano ocorreu mais cedo em relação ao ano anterior (Figura 2).

Outros fatores associados a estes resultados são: adensamento da lavoura, quantidade de inóculo residual presente no final da estação seca e ocorrência de chuvas no inverno, que podem interagir e determinar a incidência e severidade da doença, segundo Zambolim et al. (2002) e Matiello et al. (2002).

Com base nestes resultados pode-se admitir que os tratamentos 4 e 5, relacionados com a incidência da ferrugem, foram menos adequados ao controle da doença, embora tenham reduzido significativamente a doença. E os tratamentos 2, 3 e 6 não devem ficar restritos ao calendário de aplicação desvinculados da incidência da doença.

O ideal é adotar medidas integradas levando-se em consideração o nível de incidência e severidade da ferrugem no campo, o clima (temperatura e precipitações), a carga pendente de frutos na lavoura, o grau de enfolhamento da lavoura e, com base nestas características, o controle da doença pode ser realizado com o uso de fungicidas protetores e/ou sistêmicos, com produtos menos tóxicos ao ambiente e ao homem. No controle integrado deve-se levar também em consideração o equilíbrio nutricional das plantas, o manejo adequado das pragas e das plantas daninhas, bem como medidas adequadas de controle da erosão. Portanto, estes aspectos constituirão a base para a implantação do sistema APPCC, com a finalidade de controlar os perigos identificados na fase de produção da lavoura.

Em relação à severidade, todos os tratamentos com fungicidas apresentaram menor área abaixo da curva de progresso da severidade da doença quando comparados com a testemunha e mantiveram uma certa proporcionalidade em relação à incidência de ferrugem (Figuras 3 e 6).



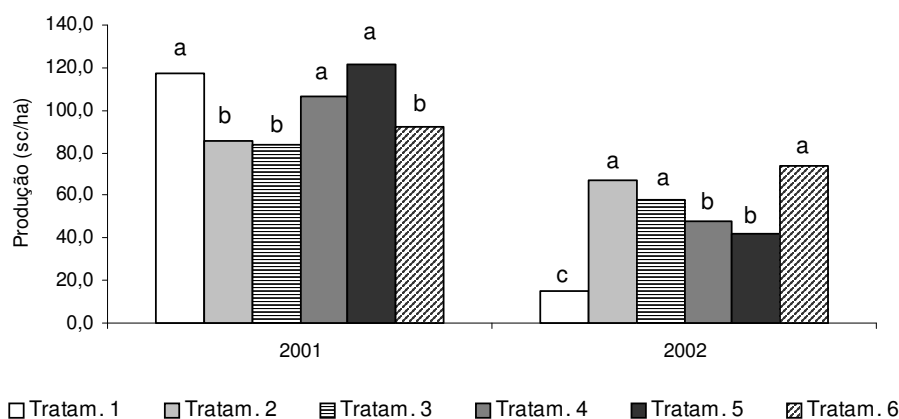
Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada ano, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

FIGURA 6 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) de ferrugem em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos nos anos de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

No segundo ano, houve um agrupamento do tratamento de cobre (tratamento 2) com a testemunha (tratamento 1, Figura 6) que diferiram dos demais, possivelmente explicado pelo nível de produção e severidade da doença na lavoura, sendo um fator importante a determinar maior ou menor grau de incidência e severidade da ferrugem, concordando com os estudos relacionados a esta característica (Miguel et al., 1977; Carvalho, 1991), a baixa produção apresentada pela testemunha com 14,7 sc/ha e alta no tratamento com cobre de 66,7 sc/ha (Figura 7), proporcionou baixa severidade da ferrugem na testemunha e alta severidade no tratamento com o cobre, obtendo valores próximos para os dois tratamentos em relação à área abaixo da curva de severidade da ferrugem. Além disso, a aproximação dos valores da testemunha e cobre deve-se ao fato de



que o tratamento com o cobre foi aplicado inicialmente com índices relativamente elevados para esta modalidade de controle.



Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada ano, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

FIGURA 7 - Valores médios da produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos nos anos de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Analisando as produções dos tratamentos nas duas safras (Figura 7), observa-se que os tratamentos que mantiveram o nível de ferrugem sob controle proporcionaram maiores rendimentos. A safra de 2002/2003 reflete os tratamentos utilizados no ano anterior, com destaque para o rendimento dos tratamentos com epoxiconazole e cobre (tratamento 6), cobre (tratamento 2) e sulfato de cobre (tratamento 3). Houve efeito também da bienalidade, principalmente para os tratamentos epoxiconazole com aplicação em 5% de incidência de ferrugem e cobre (tratamento 4), epoxiconazole 5% em duas aplicações (tratamento 5) e a testemunha, sem controle, acentuando

consideravelmente a redução na produção, principalmente no segundo ano (tratamento 1), evidenciando a importância do controle da ferrugem e da cercosporiose.

Na Tabela 5 é apresentado o resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes à cercosporiose, por meio da área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e desfolha em porcentagem. Houve significância da interação Tratamento\*Ano sobre estas duas características estudadas e Tratamento\*face sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose.

Verificou-se ainda, efeito isolado de Face para a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose, de Tratamentos sobre a desfolha e do Ano sobre as duas características avaliadas.

A avaliação da cercosporiose nas subparcelas onde foi registrada a incidência da doença em cada lado da planta, mostrou maior intensidade da doença na face poente, evidenciando o efeito da luminosidade. Segundo Echandi (1959) esta exposição predispõe mais as plantas, favorecendo, portanto, a penetração do fungo. Além disso, a área do experimento possui declividade média de 8%, com face de exposição oeste e plantio orientado no sentido norte/sul, proporcionando com isto maior exposição das plantas, principalmente do terço superior, na face do lado poente, ou seja, a face que recebe o sol na parte da tarde. A intensidade da doença foi 27% maior na face poente em relação à face nascente (606,0 face nascente e 770,0 para face poente, referentes à área abaixo da curva de progresso da incidência AACPI de cercosporiose).

O desdobramento da interação Tratamento\*face está representado na Tabela 3A. Não houve efeito significativo dos tratamentos para cada face (Poente e Nascente), sendo também um resultado de pouco interesse prático para discussão.

TABELA 5 – Resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose e desfolha (porcentagem) em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio	
		AACPI	Desfolha
Tratam	5	140465,96	757,60**
Blocos	3	168775,19	378,46
Resíduo 1	15	78130,43	163,05
Face	1	644274,58**	46,48
Resíduo 2	3	10988,67	24,43
Trat*face	5	66429,16*	25,83
Resíduo 3	15	18827,67	32,19
Ano	1	515900,06*	1806,13*
Resíduo 4	3	19226,96	156,78
Trat *ano	5	136968,59*	716,82**
Resíduo 5	15	32964,51	96,75
Ano*face	1	15874,89	76,68
Resíduo 6	3	41562,11	50,70
Ano*trat*face	5	8003,41	88,90
Resíduo 7	15	13839,79	75,79
Média geral		687,99	45,09
CV 1 (%)		40,63	28,32
CV 2 (%)		15,24	10,96
CV 3 (%)		19,94	12,58
CV 4 (%)		20,15	27,77
CV 5 (%)		26,39	21,81
CV 6 (%)		29,63	15,79
CV 7 (%)		17,10	19,31

\* e \*\*: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo Teste de F, respectivamente.

O fator Ano mostrou um resultado coerente em relação à intensidade da doença e a produção. A área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose foi significativamente maior em 2001 quando comparada com o ano de 2002, registrando um valor de 614,7 e de 761,3, respectivamente para 2002 e 2001. A maior incidência de cercosporiose em 2001 foi registrada em maio, com 14% na testemunha e média geral para o período de 4,7% de incidência. Em 2002 ficou em torno de 6,0% nos meses de fevereiro, abril e maio, e, média geral de 3,3% de incidência de cercosporiose.

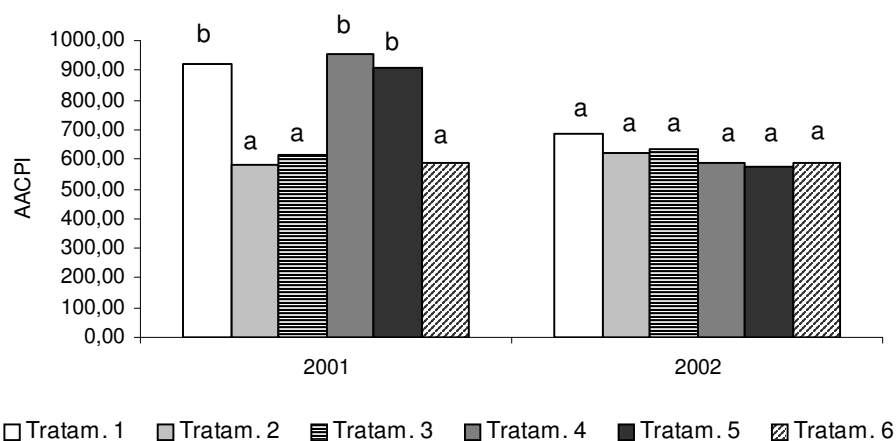
Embora a ocorrência de cercosporiose nas folhas tenha sido baixa no período estudado, estes resultados mostram que no ano de maiores produções a lavoura fica mais susceptível a incidência desta doença. Carvalho & Chalfoun (2000) e Fernandes (1988) citam que qualquer condição que leve a planta ao estado nutricional deficiente ou desequilibrado, contribui significativamente para a doença.

Verifica-se, no entanto, que de uma maneira geral a doença ocorreu em baixos níveis na área experimental já que foi em parte controlada culturalmente através das adubações efetuadas segundo as recomendações da Comissão... (1999).

O desdobramento da interação Tratamento\*Ano, de maior interesse para o presente estudo, está apresentado na Tabela 4A, e a comparação entre os valores médios para a cercosporiose e desfolha está representada nas Figuras 8 e 9. Observa-se de modo geral, que no ano de 2001 o melhor controle da cercosporiose e melhor preservação do enfolhamento do cafeeiro, foram obtidos para os tratamentos que empregaram produtos a base de cobre, isoladamente ou associados quando esta aplicação iniciou-se em janeiro de 2001 (tratamentos 2, 3 e 6). No ano de 2002, não houve efeito dos tratamentos sobre a cercosporiose, devido, provavelmente, a menor produção e estado nutricional adequado, refletindo baixa incidência da doença e a desfolha foi proporcional ao nível da

intensidade das doenças. Estes resultados corroboram os de Griffiths (1972) que observou melhor enfolhamento do cafeeiro durante a estação seca em plantas que foram pulverizadas por produtos a base de cobre.

No ano de 2001, os tratamentos 4 e 5, constituídos do fungicida sistêmico Epoxiconazole, aplicados em fevereiro quando a ferrugem atingiu 5% de incidência, não ofereceram qualquer nível de controle sobre a cercosporiose. Este fungicida não é registrado para o controle desta doença, ficando os seus resultados semelhantes à testemunha sem controle.



Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada ano, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

FIGURA 8 – Valores médios da área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

No caso do tratamento 4 que utiliza o cobre em substituição na segunda aplicação do produto sistêmico, realizada em abril, não apresentou efeito no controle da cercosporiose, provavelmente em função da data de aplicação, pois a doença já estava instalada e, portanto, sem ação de controle do produto a base de cobre.

No segundo ano, conforme citado anteriormente, não foi registrado efeito significativo dos tratamentos sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose.

A desfolha foi avaliada após a colheita nas duas safras. Esta característica é função de várias causas, de ordem fisiológica, biológica, química, física, além de outras. No presente estudo, as principais causas da desfolha estão sendo atribuídas à natureza biológica, pela ação da alta incidência e severidade da ferrugem e incidência de cercosporiose, além da ação física pela colheita, não desprezando as outras causas que podem estar agindo simultaneamente, provavelmente em menor intensidade.

Após a avaliação da desfolha na safra de 2001/2002, verificou-se os efeitos benéficos na preservação do enfolhamento das plantas nos tratamentos 2, 3 e 6, que continham em sua formulação o produto cobre, sendo estes resultados superiores aos tratamentos 4 e 5, que levaram produtos sistêmicos aplicados com 5% de incidência de ferrugem (Figura 9). Apesar dos tratamentos 4 e 5 com produtos sistêmicos mostrarem-se eficientes no controle da ferrugem, foram inferiores na preservação do enfolhamento quando comparados aos tratamentos com produtos cúpricos.

Algumas características avaliadas mostraram resultados em comum principalmente na incidência de ferrugem e cercosporiose, produção e desfolha. Da mesma forma em que ocorreu maior intensidade das doenças e maior produção no ano de 2001, a desfolha foi também significativamente maior neste

ano, registrando uma porcentagem média de 49% em relação a 2002, com 40% de desfolha.



Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada ano, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

FIGURA 9 – Valores médios da desfolha (porcentagem) em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

A testemunha sem controle apresentou mais de 70% de desfolha, deixando a planta praticamente sem folhas após a colheita de 2001 e conseqüentemente comprometendo a produção do ano de 2002 conforme verificado na Figura 7.

O aspecto geral de algumas parcelas refletindo os seus tratamentos após a safra de 2001/2002 esta apresentado na Figura 10.



FIGURA 10 - Aspecto da desfolha na parcela Testemunha (A) comparada com a parcela do tratamento com sulfato de cobre (B), após a safra de 2001/2002. UFLA, Lavras – MG, 2003.

Foi avaliada também a incidência de cercosporiose nos frutos. Na Tabela 6 é apresentado o resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes à área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPIF) de cercosporiose nos frutos.

Houve significância apenas para o fator Ano sobre a área abaixo da curva de progresso da incidência nos frutos, mostrando que a incidência de cercosporiose nos frutos teve o mesmo comportamento que a cercosporiose nas folhas, com maior incidência da doença em 2001, registrando um valor de 274,5 na área abaixo da curva de incidência de cercosporiose e de 93,0 em 2002.



TABELA 6 – Resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPIF) de cercosporiose nos frutos, em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos nos anos de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio
		AACPIF
Tratamentos	5	9862,55
Blocos	3	20469,90
Resíduo 1	15	8129,67
Ano	1	395561,14**
Resíduo 2	3	10571,32
Tratamentos*ano	5	13618,77
Resíduo 3	18	5401,94
Média geral		183,77
CV 1 (%)		49,06
CV 2 (%)		55,95
CV 3 (%)		39,99

\*\* : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F.

A incidência de cercosporiose nos frutos durante os dois períodos estudados foi muito baixa, registrando maior incidência no final do mês de maio de 2001, de 6% para o tratamento 5 (epoxiconazole 5% em 2 aplicações), ficando próximo do tratamento 1 a testemunha com 5,8% de incidência.

No ano seguinte, a incidência nos frutos foi ainda menor, possivelmente devido à menor produção em relação ao ano anterior, registrando 3,4% no início

de maio no tratamento 4 (epoxiconazole 5% e cobre). A média geral no ano de 2001 foi de 3,3% e em 2002 foi de 1,6%.

Outro aspecto que também contribui com estes baixos índices de cercosporiose se deve às medidas integradas de controle à cercosporiose como as adubações equilibradas e o espaçamento adensado. Considerando-se que elevados índices de cercosporiose em frutos podem favorecer a penetração de fungos entre eles, os produtores de Ocratoxinas, observa-se que no presente estudo os riscos de ocorrência do perigo biológico representado pelo fungo toxigênico e pelo perigo químico foram minimizados pelas medidas acima citadas.

#### **4.4 Características de crescimento vegetativo do cafeeiro**

No segundo ano foram avaliados os efeitos dos diferentes tratamentos químicos no controle da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro sobre o comprimento dos ramos produtivos da lavoura. Na Tabela 7, é apresentado o resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes ao comprimento total de ramos e suas partes segmentadas em comprimento do ramo seção esgotada ou que não produz mais, comprimento do ramo em produção e em crescimento vegetativo. O número de frutos também foi avaliado pela sua contagem na seção do ramo em produção.

Neste período, não houve efeito dos tratamentos e suas interações sobre o comprimento total de ramos e seus segmentos, indicando que para uma lavoura com 6 anos estes tratamentos testados durante 2 anos, não foram ainda refletidos nestas características avaliadas.

Houve apenas resposta significativa aos tratamentos pelo número de frutos e de face sobre o comprimento total de ramos. Na Figura 11, são apresentadas as médias referentes ao número de frutos. O número de frutos é uma característica diretamente relacionada à produção. Portanto, estes resultados

mantiveram a coerência com os resultados da safra de 2002/2003 conforme discutidos na Figura 7, com destaque para os tratamentos 2, 3 e 6, respectivamente, cobre, sulfato de cobre e epoxiconazole + cobre, que foram superiores aos tratamentos 1 (testemunha), 4 (epoxiconazole 5% + cobre) e 5 (epoxiconazole 5%, em duas aplicações).

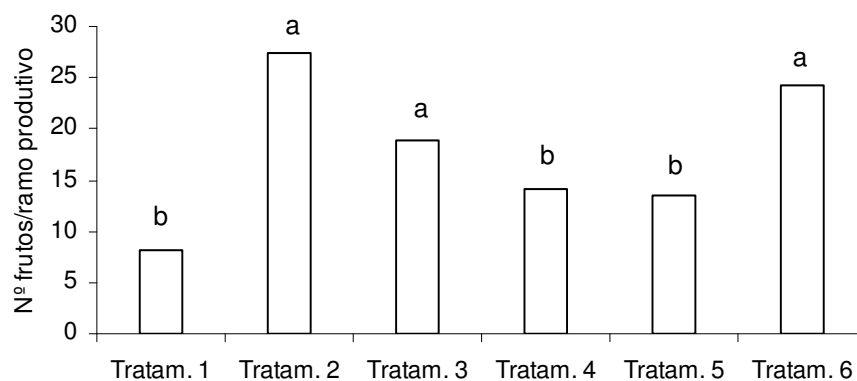
TABELA 7 – Resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes ao comprimento total de ramos laterais (CTR), comprimento de ramos seção esgotada (CRE), comprimento de ramos seção em produção (CRP) e comprimento de ramos seção em crescimento vegetativo (CRCV) e número de frutos (NF) em cafeeiros submetidos a dois anos com diferentes tratamentos químicos. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio				
		CTR	CRE	CRP	CRCV	NF <sup>1/</sup>
Tratam	5	35,19	131,07	133,69	28,99	7,02**
Blocos	3	73,64	63,06	34,31	24,01	1,46
Resíduo 1	15	23,64	55,63	65,75	13,23	1,36
Face	1	180,96**	0,21	231,88	4,75	2,77
Resíduo 2	3	6,07	72,21	35,48	4,45	2,12
Face*trat	5	9,77	12,02	8,61	7,96	0,51
Resíduo 3	18	6,55	24,06	22,63	3,14	0,31
Média geral		82,33	45,41	15,86	21,08	17,74
CV 1 (%)		5,91	16,42	51,10	17,26	28,67
CV 2 (%)		2,99	18,71	37,54	10,01	35,70
CV 3 (%)		3,11	10,80	29,98	8,41	13,70

\*\* : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F.

1/ Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

Quanto ao efeito de face no comprimento total de ramos, foi registrado 84,3 cm no comprimento do ramo na face nascente e de 80,4 cm na face poente (Tabela 5A). É possível que a maior incidência de cercosporiose na face poente da lavoura verificada neste ensaio e juntamente com a incidência de ferrugem no ano anterior tenham promovido modificações nesta característica, refletindo no ano seguinte. Santos (2002) observou diferença significativa nos índices de ferrugem nos dois lados da planta, atribuindo este comportamento da doença a um prolongamento na duração das condições de umidade e temperatura nas folhas localizadas no lado contrário à exposição direta do sol pela manhã, face poente, e que são favoráveis ao fungo. Porém não avaliou os efeitos desta incidência no crescimento dos ramos do cafeeiro.



Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

FIGURA 11 – Valores médios para número de frutos em ramos produtivos de cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

No presente ensaio, a incidência da ferrugem foi avaliada na planta como um todo. O cafeeiro Acaiá Cerrado MG-1474 apresenta uma conformação característica em forma cilíndrica, segundo Mendes et al. (1995), podem estar envolvidas outras condições, cujos efeitos sobre o estado vegetativo determinam alterações na forma típica das plantas, como variações no espaçamento das entre-linhas do cafeeiro, envelhecimento da lavoura, produções elevadas, além da incidência de doenças.

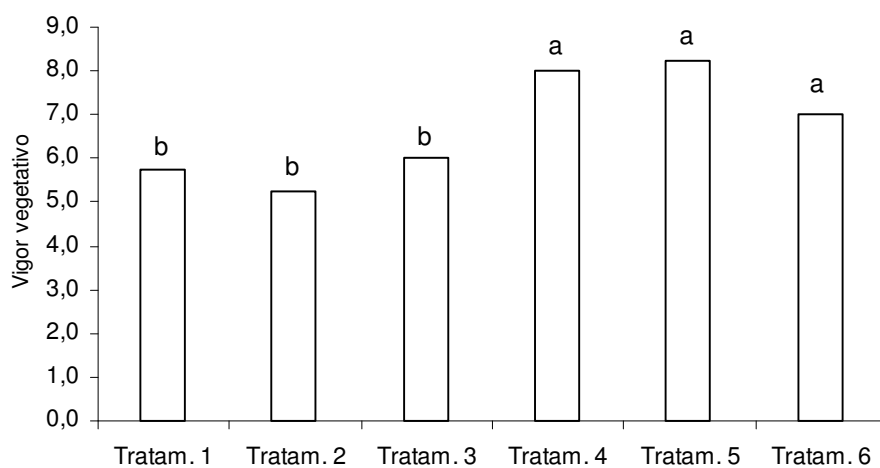
A Tabela 8 mostra o resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes ao vigor vegetativo e altura de plantas. Houve efeito significativo dos tratamentos somente sobre o vigor vegetativo, sem qualquer efeito para altura de plantas.

TABELA 8 - Resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes ao vigor vegetativo e altura de plantas em cafeeiros submetidos a dois anos com diferentes tratamentos químicos. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio	
		Vigor vegetativo	Altura de plantas
Tratam	5	6,14*	0,0058
Blocos	3	2,81	0,0147
Resíduo	15	1,72	0,0118
Média geral		6,70	2,57
CV (%)		19,55	4,23

\*: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de F.

O vigor vegetativo é obtido através de notas subjetivas e sendo uma característica que considera o nível de enfolhamento atual da lavoura podendo coincidir ou não com o estado em que se encontrava a lavoura no ano anterior, dependendo dos tratos culturais, clima, produção, e outros, a que foi submetida. A Figura 12 mostra as médias referentes ao vigor vegetativo. Verificou-se superioridade dos tratamentos 4, 5 e 6, que utilizaram produtos sistêmicos associados ou não com o cobre, em relação aos tratamentos 1, 2 e 3, representados, respectivamente pela testemunha, oxiclureto de cobre e sulfato de cobre.



Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

FIGURA 12 – Valores médios para vigor vegetativo em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos. UFLA, Lavras - MG, 2003.

#### 4.5 Classificação dos defeitos e prova de xícara

Na Tabela 9, encontram-se os resultados da análise de variância, médias e coeficiente de variação referentes a 6 características relacionadas com a qualidade do café. Observa-se diferenças significativas a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de F, para efeito de tratamentos em quatro características estudadas: número de defeitos, defeito verde e quebrado e frutos chochos. Verifica-se também que não houve efeito dos tratamentos na classificação da bebida dos cafés e na porcentagem de peneira acima de 16.

TABELA 9 – Resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação sobre a bebida em valores numéricos, peneira (>16), número de defeitos, defeito verde, defeito quebrado e frutos chochos em cafeeiros submetidos a dois anos com diferentes tratamentos químicos. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio					
		Bebida	Peneira	Nº defeitos	Defeito: verde	Defeito: quebrado	Chucho
Tratam	5	2,58	50,74	22530,96**	3301,22*	319,08**	178,09*
Blocos	3	4,38*	37,04	8176,61	1551,19	119,18	101,06
Resíduo	15	1,37	51,07	2847,14	799,83	50,34	43,51
Média geral		11,75	72,70	211,91	51,08	17,65	25,69
CV (%)		9,96	9,83	25,18	55,36	40,19	25,68

\* e \*\*: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo Teste de F, respectivamente.

No entanto, pode-se dizer que todos os tratamentos apresentaram boa classificação da bebida, pois não foi encontrado nenhuma bebida rio ou riada,

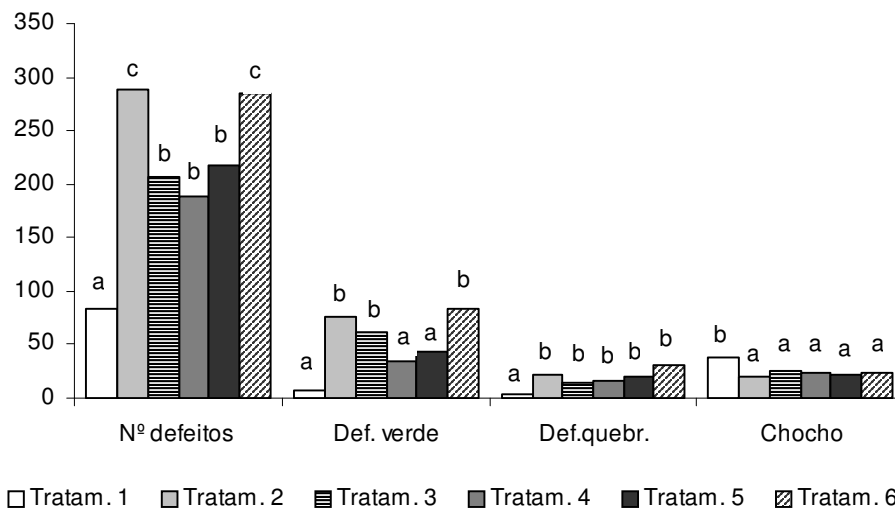
ficando na classe de bebida Dura de acordo com a pontuação de Garruti & Conagin (1961). Isso pode ser atribuído às condições climáticas favoráveis para a obtenção de um café de boa qualidade, indicando ainda que nenhum dos tratamentos utilizados visando o controle da ferrugem e cercosporiose agiu em detrimento da qualidade organoléptica do produto final.

Com relação à peneira, todos os tratamentos apresentaram mais de 70% de peneira acima de 16 sendo uma característica da cultivar Acaíá Cerrado, relacionada também às características favoráveis de clima e nutrição.

Na Figura 13, encontram-se os valores médios para o número de defeitos, defeito verde, defeito quebrado e frutos chochos. Observa-se que há diferenças na classificação pelo número de defeitos, defeito verde e defeito quebrado com menores valores para a testemunha. Este resultado se deve, provavelmente, à menor produção deste tratamento, apresentando rosetas ralas e concentradas no terço superior das plantas, beneficiando a maturação dos frutos, adiantada em relação aos demais tratamentos; a pouca produção pode ter representado em melhor enchimento dos grãos (Tabela 6A).

Verifica-se um elevado número de defeitos verdes, pois neste período havia maior porcentagem de frutos verdes nas plantas com destaque para os tratamentos que produziram mais (tratamentos 2, 3 e 6). Este resultado se assemelha ao trabalho de Carvalho et al. (1970) que verificaram o defeito verde com maior frequência nos frutos colhidos verdes, entretanto, o mesmo autor constatou que o defeito verde, não deve ser atribuído apenas a frutos colhidos verdes, pois ocorreram em menor quantidade nas frações cereja, passa e seco.





Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

FIGURA 13 – Valores médios referentes ao número de defeitos, defeito verde, defeito quebrado e frutos chochos em cafeeiros submetidos a dois anos com diferentes tratamentos químicos. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Em outro aspecto, Pereira (1997) verificou perda na qualidade do café, passando a bebida classificada como mole para duro com a adição de 15 a 25% do defeito verde, e, 20 a 25% com defeito ardido. No presente estudo foi detectado em todas as parcelas o defeito verde, todavia o ardido e mal granado foram encontrados, em pequeno número, em poucas parcelas, sem indicar tendências para tratamentos. Não foram encontrados grãos brocados. Observa-se, portanto, que não houve uma relação direta do número de defeitos e tipos de defeitos estudados com a qualidade da bebida pela prova de xícara.

Os frutos chochos ocorreram com maior frequência na testemunha, possivelmente devido à menor produção, antecipando a maturação dos frutos e maior número de frutos com lojas vazias, devido ao esgotamento da planta.

A maioria das características de qualidade analisadas neste trabalho, não influem de maneira tão acentuada no valor do produto como a qualidade da bebida.

#### **4.6 Considerações finais**

Uma vez definido que o controle da ferrugem e da cercosporiose constituirá-se em Pontos Críticos de Controle (PCC's) dentro de um sistema de Gestão de Qualidade como o APPCC a ser aplicado na cultura do café, dispensou-se uma atenção seletiva a estas etapas através da seleção de métodos racionais de controle.

As medidas testadas quanto à seleção de produtos menos tóxicos, monitoramento das doenças para início das aplicações, proteção aos aplicadores, cuidados visando evitar a contaminação do ambiente e observância dos períodos de carência dos produtos utilizados, permite a inferência de que foram atingidos os objetivos de controle dos PCC's identificados.

No entanto, trabalhos futuros deverão conter as demais etapas previstas no sistema APPCC entre elas a verificação do controle dos perigos através de análises de resíduos dos produtos aplicados no ambiente, aplicador e produto final e de presença da ocratoxina A no produto final.

## 5 CONCLUSÕES

O controle da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro foram considerados como Pontos Críticos de Controle (PCC's) nos quais se aplicam medidas preventivas visando atenuar os riscos de exposição aos perigos biológicos (microrganismos) e químicos (micotoxinas e defensivos). O enquadramento do controle das doenças como PCC's dentro do programa de gestão de qualidade APPCC constitui-se em um subsídio para a elaboração do plano APPCC na cultura do cafeeiro.

Medidas de controle com produtos tais como o oxiclureto de cobre e calda viçosa comercial aplicados preventivamente ou associados ao produto sistêmico epoxiconazole são eficientes no controle da ferrugem quando a incidência da doença é baixa ou próxima de zero e na preservação do enfolhamento. Estes produtos proporcionam bons índices de produtividade, atendendo aos objetivos do Plano APPCC na etapa de controle fitossanitário da ferrugem e cercosporiose.

Há poucas alterações no crescimento vegetativo das plantas em função da ocorrência de ferrugem e cercosporiose no cafeeiro, verificadas apenas para o comprimento total de ramos produtivos.

As amostras de grãos classificam-se como bebida dura, não sendo possível distinguir diferenças na qualidade do café em função dos diferentes tratamentos químicos estudados na pré-colheita.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. M. **Plant pathology**. 3. ed. London: Academic Press, 1988. 803 p.

AKUTSU, M. **Relações de funções climáticas e bióticas com a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*)**. 1981. 67 p.  
Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A.; PINTO, H. S.; PEDRO JUNIOR, M. J. e BRUNINI, O. Associação entre nível de infecção da ferrugem do cafeeiro, variáveis climáticas e área foliar, observados em *Coffea arabica* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2., 1974, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: IBC, 1974. p. 80-83.

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 Potossa e do Fosfato, 1986. p. 391-400.

ALMEIDA, S. R.; MATIELLO, J. B. Combinações de Fegatex (Amônia quaternária, Cloreto de Benzalcônio) com vários fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília. **Anais...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2000. p. 30-31.

ALMEIDA, S. R.; MATIELLO, J. B.; FERREIRA, R. A. Efeito de dose, número de aplicações e adição de cobre ou espalhante na ação do fungicida Opus (Epoconazole) no controle curativo da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 1998. p. 49-51.

BARBOSA, J. C.; MENDONÇA, P. L. P. de; BEGLIOMINI, E.; TOLEDO, V. J. G. Compatibilidade de opus (epoxiconazole) com os adubos foliares da basf em relação ao controle da ferrugem do cafeeiro – *Hemileia vastatrix* Berk e Br. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados...** Poços de Caldas: PROCAFÉ, 1998. p. 112.

BARTHOLO, G. F.; MAGALHAES FILHO, A. A. R. de; GUIMARAES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 33-44, 1989.

BECKER-RATERINK, S. **La propagación de la roya del cafeto**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1979. 70 p.

BECKER-RATERINK, S. El sistema Coffea spp y *Hemileia vastatrix*. In: BECKER-RATERINK, S.; MORAES, W. B. C.; QUIJANO-RICO, M. **La roya del cafeto: conocimiento y control**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1991. p. 1-59.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Ceres, 1996. 289 p.

BONILLA, G. J. C. Evaluación de fungicidas sistémicos aplicados solos o asociados com oxiclورو de cobre en el combate de la roya del cafeto. In: INSTITUTE SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES AGROPECUÁRIA Y PESQUERA (EL SALVADOR). **Resumes de Investigación sobre la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*)**. San Andrés: Promecafé, 1982. p. 57.

BRASIL. Ministério da Saúde. Princípios Gerais para Estabelecimento de Critérios e Padrões Microbiológicos para Alimentos. Portaria nº 451, de 19/09/9. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, ano CXXXVI, n. 124-E, p. 4, jul. 1998. Seção 1.

CALAFIORI, M. H.; MALUF, H.; SILVA, P. S. F.; DIAS, J. A. C. S. Influência da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) na bebida e sua associação com fungo. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 3, p. 80-81, set. 1978.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 655 p.

CARNEIRO FILHO, F.; ISHIZAKA, A. M. Controle da ferrugem do cafeeiro com diversos fungicidas protetores, sistémicos e em mistura com inseticidas em aplicações no solo e foliar In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16., 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1990. p. 98-99.

CARVALHO, A.; GARRUTTI, R. S.; TEIXEIRA, A. A.; PUPO, L. M.; MONACO, L. C. Ocorrência dos principais defeitos do café em várias fases de maturação dos frutos. **Bragantia**, São Paulo, v. 29, n. 20, p. 207-220, jun. 1970.

CARVALHO, V. L. de. **Influência de níveis de produção sobre a evolução da ferrugem e a composição química das folhas do cafeeiro**. 1991. 85 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, V. L. de; CHALFOUN, S. M. **Cercospora**: doença do cafeeiro também chamada de “Olho pardo”. Lavras: EPAMIG, 1995. 4 p. (EPAMIG. Circular Técnica, 39).

CARVALHO, V. L. de; CHALFOUN, S. M. Comportamento de doenças do cafeeiro em sistema de plantio adensado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS, 2., 2001, Vitória – ES. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2001. p. 1083-1090.

CARVALHO, V. L. de; CHALFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro**: diagnose e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 44 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 58).

CARVALHO, V. L. de; CHALFOUN, S. M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte v. 19, n. 193. p. 27-35, 1998.

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

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

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

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D. de. Melhoria da qualidade do café através de pulverizações na fase pré-colheita. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/MIC, 1989. p. 21 - 22.

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L. de; AZEVEDO, P. J. da; CARVALHO, V. D. de. Efeito de tratamentos com fungicidas, aplicados na fase pré-colheita, sobre a qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MARA/PROCAFÉ, 1992. p. 63 - 65.

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

CHALFOUN, S. M.; RIBEIRO, L. L.; ANGÉLICO, C. L. Pontos Críticos a serem considerados no sistema APPCC (Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle) para o café: I Contaminação ambiental dos cafezais. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25., 1999, Franca. **Resumos...** Rio de Janeiro: SDR/PROCAFÉ, 1999. p. 102-103.

CHALFOUN, S. M.; SILVA, C. M. Evolução da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) em relação às variáveis climáticas de algumas localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 7., 1979, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/MIC, 1979. p. 274-276.

CHALFOUN, S. M.; SOUZA, J. C. de; CARVALHO, V. D. de. Relação entre a incidência de broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera-Scolytidae) e microorganismos em grão de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/MIC, 1984. p. 149-150.

CHALFOUN, S. M.; ZAMBOLIM, L. Ferrugem do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 42-46, jun. 1985.

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

CÔRREA, T. B. S.; FREITAS-SILVA, O. APPCC na melhoria da qualidade do café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa: UFV/Departamento de Fitopatologia, 2002. Cap. 15, p. 559-567.

CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G. M. **Calda Viçosa no controle da ferrugem do cafeeiro**. Viçosa: UFV, 1985. 22 p. (Informe Técnico, v. 6, n. 51).

D'ANTONIO, A. M.; SALVO, S. de; CARVALHO, R. Efeito de mistura de fungicidas sistêmicos (triadimenol + tebuconazole) no controle da ferrugem do cafeeiro – *Hemileia vastratrix* Berk e Br. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., 1998, Poços de Cadas. **Resumos...** Rio de Janeiro: SDR/PROCAFÉ, 1998. p. 163-164.

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

FERIA-MORALES, A. M. **Changes in cup quality when using innovative field practices**. Londres: International Coffee Organization, 1990. p. 2-8. (Sensory-Report).

FERNANDES, C. D. **Efeito de fatores do ambiente e da concentração de inóculo sobre a cercosporiose do cafeeiro**. 1988. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

FREITAS-SILVA, O.; CÔRREA, T. B. S.; FURTADO, A. A. L.; CHALFOUN, S. M.; GELLI, D. S. Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) como ferramenta de controle da ocratoxina em café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS, 2., 2001, Vitória – ES. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2001. v. 1, p. 1045-1049.

GARRUTI, R. S.; CONAGIN, A. Escala de valores para avaliação da qualidade de bebida de café. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 18, p. 557-582, maio 1961.

GODOY, C. V.; BERGAMIM FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Editora Ceres, 1997. v. 2, p. 184-200.

GRIFFITHS, E. Negative effects of fungicides. **Tropical Science**, London, v. 14, n. 1, p. 79-89, Mar. 1972.



HACCP, Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/~Ird/haccp.html>>. Acesso em: 24 jun. 2003.

HACCP, Hazard analysis and critical control point (HACCP) is a system which identifies, evaluates, controls hazards that are significant for food safety. **Indian Coffe**, Bangalore, v. 66, n. 1, p. 18, jan. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações. 5. ed. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1985. 580 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Doenças do cafeeiro. In: \_\_\_\_\_. **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1981. p. 331-378.

JONES, R. K.; DUCAN, H. E.; PAYNE, G. A.; LENARD, K. J. Factors influencing infection by *Aspergillus flavus* in silk-inoculated corn. **Plant Disease**, St. Paul, v. 64, n. 7, p. 859-863, July 1980.

JULIATTI, F. C. Manejo integrado de fungos fitopatogênicos. In: SILVA, L. H. C. P. da; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. de A. (Ed). **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA, 2001. p. 159-220.

KRANZ, J. Comparison of epidemics. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 12, p. 355-374, 1974.

KRUG, H. P. Cafés duros. **Revista do Instituto do Café**, São Paulo, v. 26, n. 163, p. 1393-1396, set. 1940.

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

KUSHALAPPA, A. C.; MARTINS, C. P. Incubation and generation periods for *Hemileia vastatrix* on coffee in Viçosa, M. G. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 177-183, jun. 1980.

LIMA, P. C. **Método de amostragem para avaliação de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.)**. 1979. 65 p. Dissertação– (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MANSK, Z.; CARNEIRO FILHO, F.; MATIELLO, J. B.; MIGUEL, A. E.; ALMEIDA, S. R.; ANDRADE, I. P. R.; ABREU, R. G. Estudo das épocas mais adequadas para o controle da ferrugem do cafeeiro nas principais regiões cafeeiras do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., 1975, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: IBC, 1975a. p. 318-321.

MANSK, Z.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; MIGUEL, A. E.; CARNEIRO FILHO, F.; ABREU, R. G.; CAMARGO, A. T. A. Ensaio quantitativo de cobre visando o controle à ferrugem e seus efeitos sobre a produção do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., 1975, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: IBC, 1975b. p. 292-295.

MARSH, S. F.; PAYNE, G. A. Preharvest infection of corn silk and kernels by *Aspergillus flavus*. **Phytopathology**, St. Paulo, v. 74, n. 11, p. 1284-1289, Nov. 1984.

MATIELLO, J. B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 319 p.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; FERREIRA, R. A. Comparação de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem do cafeeiro sob condição de alta infecção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: PROCAFE, 1995. p. 21-22.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; FERREIRA, R. A. Sistemas de controle da ferrugem do cafeeiro com o produto OPUS (Epoxiconazole) isolado ou em combinações com fungicidas cúpricos e associações com tratamento via solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: PROCAFE, 1998. p. 55-57.

MATIELLO, J. B.; MANSK, Z. Estudo de esquemas de controle da ferrugem do cafeeiro em lavouras com alta, média e baixa produção, no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Resumos...** Londrina: IBC, 1984. p. 63-64.

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 CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Maringá: MDIC-IBC, 1989. p. 6-8.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil** – Novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387 p.

MENDES, A. N. G.; ABRAHÃO, E. J.; CAMBRAIA, J. F.; GUIMARÃES, R. J. **Recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro no sul de Minas**. Lavras: UFLA, 1995. 76 p.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 99 p.

MENDES, J. E. T. Melhoramento de *Coffea arabica* L. var. bourbon. **Bragantia**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 3-35, jan. 1941.

MEIRELLES, A. M. A. **Ocorrência e controle da microflora associada aos frutos de café (*Coffea arabica* L.) provenientes de diferentes localidades do Estado de Minas Gerais**. 1990. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

MIGUEL, A. E.; MANSK, Z.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Efeitos de fungicidas no controle de *Cercospora coffeicola* em frutos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., 1975, Curitiba. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1975. p. 58-61.

MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B.; MANSK, Z.; ALMEIDA, S. R. Observações sobre os efeitos de três níveis de produção na incidência e controle da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1977. p. 220-221.

MIZUBUTI, E. S. G.; MAFFIA, L. A. Aplicação de princípios de controle no manejo ecológico de doenças das plantas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 9-18, set./out. 2001.

MORAES, S. A.; SUGIMORI, M. H.; RIBEIRO, I. J. A.; ORTOLANI, A. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Período de incubação de *Hemileia vastatrix* em três regiões do Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 2, n. 1, p. 32-38, jan./jun. 1976.

MOSS, M. O. Centenary review mycotoxins. **Mycology Research**, New York, v. 5, n. 100, p. 513-523, 1996.

MOSS, M. O. Secondary metabolim and food intoxication – moulds. **Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement**, Oxford, v. 73, p. 80-88, Aug. 1992.

NELSON, P. E.; DESJARDINS, A. E.; PLATTNER, R. D. Fumonisis, mycotoxins produced by fusarium species: biology, chemistry and significance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 31, p. 233-252, 1993.

NOTERMANS, S.; GALLHOFF, G.; ZWIETERING, M. H.; MEAD, G. C. The HACCP concept: specification of criteria using quantitative risk assessment. **Food Microbiology**, London, v. 11, n. 5, p. 397-408, Oct. 1994.

NUTMAN, F. J.; ROBERTS, F. M. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. **Transactions of British Mycological Society**, London, v. 46, n. 1, p. 27-48, Feb. 1963.

OLIVEIRA, G. E.; TOLEDO FILHO, J. A. Nova tecnologia no controle da ferrugem. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 6-8, 1987.

OLIVEIRA, S. H. F.; TOFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; SANTOS, J. M. F. dos; MARTINS, E. M. F. Comportamento de epoxiconazole (OPUS) e oxiclureto de cobre (COBOX) sob ação da chuva no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: PROCAFE, 1998. p. 182-183.

OSEGUERA, V. S. H. **Efeito de fatores biológicos e climáticos sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) do cafeeiro.** 1980. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; KAISER, A. A. R. G. Copper accumulation in coffee soils treated with copper fungicides. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 409-415, abr. 1994.

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) “estritamente mole”.** 1997. 96 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida.** 1992. 125 p.

Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, MG.

RAYNER, R. W. Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). **Annual of Applied Biology**, Warnick, v. 49, n. 3, p. 497-505, 1961.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de. Manejo integrado do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro e seu reflexo na produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 20., 1994, Guarapari. **Resumos...** Brasília: MAA-PROCAFÉ, 1994. p. 23-24.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de. Manejo integrado do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), e seu reflexo na produção de café. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 77-82, abr. 1996.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de. Pragas do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.) **Cultura do cafeeiro**; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 323-378.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de.; LIMA, J. O. G. de; MELO, L. A. da S. Controle químico do “bicho-mineiro” das folhas do cafeeiro, *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera-Lyonetiidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 4., 1976, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p. 238-239.

SAES, M. S. M. Mercado de café: Conjuntura propícia para investir em qualidade e controlar custos. In: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ = **Coffee business**. Rio de Janeiro, 2000/2001. v. 6, p. 18-26.

SANTOS, F. da S. **Progresso da ferrugem e da Cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado**. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SCHUMANN, G. L. **Plant diseases: their biology and social impact**. Minnesota: USA-APS, 1993. 397 p.

SENAI. **APPCC será lançado este mês**. Disponível em: <<http://www.senai.br/sb39/appcc.html>>. Acesso em: 23 jun. 2003.

SENAI. **Os pré-requisitos do APPCC/HACCP**. Disponível em: <<http://www.alimentos.senai.br/appcc.html>>. Acesso em: 17 abr. 2002.

SERRA-BELENGUER, J. A.; ESCRICHE-ROBERTO, I. **Introducción al control e calidad em la industria alimentaria**. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. 1997. 278 p.

SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; CRUZ, C. F.; VALE, F. X. R. Estudo epidemiológico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) utilizando a análise de trilha. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 425-430, dez. 1998.

SILVEIRA, A. P. da; SERRA, J. R. M. Avaliação dos fungicidas experimentais sistêmicos epoxiconazol e a mistura epoxiconazol + kresoxin metil, do grupo dos triazóis, para o controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) na cultura do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: PROCAFÊ, 1995. p. 105-107.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Efeito da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera-Scolytidae), na produção e qualidade do grão de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1980. p. 281-283.

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

SOUZA, S. M. C. de. **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 Gerais**. 1980. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

TASSARA, D.; SANTINATO, R.; MENDONÇA, P. L. P.; ANTÔNIO, A. M. D.; PEREIRA, E. M. Programa de controle da ferrugem do cafeeiro com fungicida sistêmico opus (epoxiconazole) isoladamente e em combinações com cobox ou hidróxido basf. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados...** Poços de Caldas: PROCAFÊ, 1998. p. 210-211.

VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. de. Efeito da temperatura latente de *Hemileia vastatrix* Berk & Br.; agente causal da ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS, 1., 2000, Poços de

Caldas-MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2000a. v. 1, p 175-178.

VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. de. Efeito de fatores climáticos na ocorrência e no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS, 1., 2000, Poços de Caldas –MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2000b. v. 1, p 171-174.

VEGA, F. E.; MERCADIER, S. Insects, coffee and ochratoxin A. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 81, n. 4, p. 543-544, Dec. 1998.

VENKATARAMAIAH, G. H.; DEEPAK SINGH, M. B. Accumulation of copper in coffee soils. **Journal of Coffee Research**, Bangalore, v. 4, n. 1, p. 14-16, 1974.

ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa: UFV/Departamento de Fitopatologia, 2002. Cap. 10, p. 369-450.

ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M. C. del P.; CHAVES, G. M. Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 131, p. 64-75, nov. 1985.

ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO do VALE, F. X.; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças. In: RIBEIRO DO VALE, F. X.; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças de plantas: grandes culturas.** Viçosa: Departamento de Fitopatologia; Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1997. v. 2, p. 83-179.

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

## **ANEXOS**



<b>ANEXO A</b>		<b>Página</b>
TABELA 1A	Temperaturas máximas, mínimas, médias e precipitação mensal durante o período de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.....	87
TABELA 2A	Resumo do desdobramento da interação tratamentos dentro de cada ano relativo a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) de ferrugem e produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.....	88
TABELA 3A	Resumo do desdobramento da interação tratamentos dentro de cada face relativo a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.....	88
TABELA 4A	Resumo do desdobramento da interação tratamentos dentro de cada ano relativo a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose e desfolha (porcentagem) em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.....	89

TABELA 5A	Valores médios do comprimento total de ramos laterais (CTR), comprimento de ramos seção esgotada (CRE), comprimento de ramos seção em produção (CRP), comprimento de ramos seção em crescimento vegetativo (CRCV) e número de frutos (NF) avaliado nas duas faces do cafeeiro (nascente e poente) em cafeeiros submetidos a dois anos com diferentes tratamentos químicos. UFLA, Lavras - MG, 2003.....	89
TABELA 6A	Valores médios da classificação da bebida dos cafés em valores numéricos e peneira (>16) em cafeeiros submetidos há dois anos com diferentes tratamentos químicos. UFLA, Lavras - MG, 2003.....	90

TABELA 1A – Temperaturas máximas, mínimas, médias e precipitação mensal durante o período de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Meses	2001				2002			
	Temperatura			Prec.	Temperatura			Prec.
	Máx	Min	Méd	(mm)	Máx	Min	Méd	(mm)
Jan	29,4	18,5	23,0	147,5	29,2	18,6	22,8	132,5
Fev	31,0	18,4	23,7	46,8	27,2	18,1	21,6	369,1
Mar	29,1	17,9	22,6	146,4	29,8	18,1	22,5	122,0
Abr	29,4	16,4	22,0	17,6	29,3	16,6	22,2	0,4
Mai	25,4	13,2	18,4	48,3	26,6	14,8	19,5	17,0
Jun	25,5	11,9	17,7	0,0	26,4	12,7	18,6	0,0
Jul	26,1	11,9	17,8	0,0	25,6	12,1	17,7	15,8
Ago	26,2	12,4	18,4	63,2	28,6	13,9	20,4	9,0
Set	25,9	14,1	19,2	46,1	26,6	14,3	19,5	55,2
Out	27,2	15,6	21,1	108,4	31,8	17,0	23,8	63,6
Nov	28,6	17,8	22,3	234,8	28,9	17,8	22,3	163,8
Dez	27,2	17,7	21,5	399,1	29,5	19,0	23,1	203,9
Médias	27,6	15,5	20,7		28,3	16,1	21,2	
Acumulado				1258,2				1152,3

TABELA 2A – Resumo do desdobramento da interação tratamentos dentro de cada ano relativo a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) de ferrugem e produção em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio		
		AACPI	AACPS	Produção
Trat * 2001	5	933809998,72**	1227425,47**	1063,14**
Trat * 2002	5	24017712,95**	93838,22**	1775,00**
Resíduo	27	1632609,49	16471,50	199,24

\*\* : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F.

TABELA 3A – Resumo do desdobramento da interação tratamentos dentro de cada face relativa a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio
		AACPI
Trat * Poente	5	100833,08
Trat * Nascente	5	106062,04
Resíduo	26	48479,05

\* e \*\*: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo Teste de F, respectivamente.

TABELA 4A – Resumo do desdobramento da interação tratamentos dentro de cada ano relativo a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) de cercosporiose e desfolha (porcentagem) em cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos químicos no ano de 2001 e 2002. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio	
		AACPI	Desfolha
Trat * 2001	5	263724,55**	1125,69**
Trat * 2002	5	13710,00	348,73*
Resíduo	26	55547,47	129,90

\* e \*\*: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo Teste de F, respectivamente.

TABELA 5A – Valores médios do comprimento total de ramos laterais (CTR), comprimento de ramos seção esgotada (CRE), comprimento de ramos seção em produção (CRP), comprimento de ramos seção em crescimento vegetativo (CRCV) e número de frutos (NF) avaliado nas duas faces do cafeeiro (nascente e poente) em cafeeiros submetidos a dois anos com diferentes tratamentos químicos. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Tratamentos	CTR	CRAE	CRP	CRCV	NF
Nascente	84,27 a	45,48 a	18,06 a	20,76 a	19,56 a
Poente	80,39 b	45,35 a	13,67 a	21,39 a	15,92 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

TABELA 6A – Valores médios da classificação da bebida dos cafés em valores numéricos e peneira (>16) em cafeeiros submetidos há dois anos com diferentes tratamentos. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Tratamentos	Bebida	Peneira
Testemunha	11,6	71,5
Cobre	12,3	67,8
Sulfato de Cobre	12,0	76,5
Epoxiconazole 5% + Cobre	12,5	73,5
Epoxiconazole 5% (2 vezes)	11,00	76,8
Epoxiconazole + Cobre	11,00	70,25