

RAFAEL ANTONIO UBEDA HERRERA

CONTROLE DA FERRUGEM, DA CERCOSPORIOSE E DO BICHO MINEIRO  
E NUTRIÇÃO DO CAFEIEIRO COM APLICAÇÃO DA CALDA VIÇOSA

Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Fitopatolo-  
gia, para Obtenção do Título de  
"Magister Scientiae".

VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
JULHO - 1994

Ao professor João da Cruz Filho (in memoriam).

Ao heróico povo da Nicarágua.

À Lucila Gonzalez de Ubeda.

Ao Rafael A. Ubeda Gonzalez e Sodelva Herrera H.

Ao Luis A., Fátima E., Carlos (in memoriam) e Carlos R.

A Clarita, Rafael W., Solange e Joel S.

À Angela Alcântara de Espinoza (in memoriam).

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade de realização do Curso.

À Agência Finlandesa para o Desenvolvimento da Agricultura (FINNIDA) e ao Ministério da Agricultura da Nicarágua, pela bolsa de estudos.

Ao professor Laércio Zambolim, pela valiosa orientação, pela amizade e pelo exemplo de perseverança no trabalho.

Aos professores Geraldo Martins Chaves e Luiz Eduardo Dias, pelas valiosas críticas e sugestões apresentadas.

Aos professores Francisco Xavier Ribeiro do Vale, Antônio Carlos Ribeiro, Victor Hugo Alvarez Venegas e Eduardo Mizubuti, pela participação e pelas sugestões apresentadas.

Ao Sr. José Moreira de Souza, pela amizade e por oferecer o seu sítio para condução do experimento.

Ao Ramón Silva Acuña, especialmente pela amizade nos momentos mais difíceis e pela colaboração em todas as fases deste estudo.

Ao Antônio Joaquim Macabeu e **José** Claudio Torres, pela amizade, pelo incentivo e pela colaboração em todas as diferentes fases deste estudo.

Ao **José** Clério Rezende Pereira e Antônio Alves Pereira, pela amizade, pelo estímulo e pelo apoio durante este trabalho.

Aos funcionários de campo do Departamento de Fitopatologia, em especial a Anastasio, André, Avelino, Sebastião, Mário, Geraldo e Juárez, pela amizade e colaboração na fase de campo deste estudo.

Aos funcionários do Departamento de **Solos**, Carlos Fonseca, Geraldo Ferreira, **José** A. Cardoso e Luis R. da silva.

À equipe técnica e administrativa da Fazenda Experimental de Patrocínio-EPAMIG, pela amizade e colaboração, especialmente ao Gilmar, Lázaro, Hélio, Magela, Ronaldo.

**Aos** professores das disciplinas cursadas durante minha formação acadêmica, pelos conhecimentos transmitidos.

A todos **os** colegas e amigos de Pós-Graduação especialmente a Lúcio, Fernando, Stela, Andrea, Alderi, Marcos, Ernesto, Lucas, Sandra, Felix, Eunize, Nelsa, Rosalée, Gil, Silvaldo, Thor, Marcelo, Trazilbo, Hércio, Maria Célia e Aires.

Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia, Regina, Cecília, Analice, Jose Carlos Batista, Geraldo, Sérgio, **José** Orlando, Camilo, Joaquim, Elói, Renato e

Dagoberto, pela amizade e colaboração.

Aos amigos da Nicarágua, Luis, Lesber, Pascual,  
Prado, Pedro, Nadir e Ronald, pela amizade.

Ao David Rízo e Laura Jimenez, do MAG-Nicaragua.

## BIOGRAFIA

RAFAEL ANTONIO UBEDA HERRERA, filho de Rafael A. Ubeda Gonzalez e de Sodelva Herrera Herrera, nasceu em **14** de julho de **1963**, em Matagalpa, Nicarágua.

Em dezembro de **1986**, graduou-se em Engenharia Agrônômica, com menção em Sanidade Vegetal, pela Faculdade de Ciências Agropecuárias da Universidade Nacional Autônoma da Nicarágua (atualmente Universidade Nacional Agrária).

De fevereiro de **1987** até junho de **1991**, trabalhou como pesquisador do Departamento de Sanidade Vegetal da Região VI da Nicarágua (atualmente vinculado ao Centro Nacional do Café).

Em novembro de **1991**, iniciou o Curso de Mestrado em Fitopatologia, na Universidade Federal de Viçosa-MG, Brasil.

## CONTEÚDO

	Página
EXTRATO .....	x
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	6
2.1. Generalidades .....	6
2.2. Tratamentos e Delineamento Experimental ..	7
2.3. Avaliação .....	9
2.4. Análise Estatística .....	11
2.5. Cálculo do Fator de Antagonismo .....	12
3. RESULTADOS .....	14
3.1. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro com Diferentes Formulações da Calda Viçosa .....	14
3.2. Interação do Sulfato de Zinco, do Sulfato de Magnésio e do Ácido Bórico com a Ação Fungicida do Sulfato de Cobre .....	19

3.3.	Teores Foliare <b>s</b> de Micro e Macro-Nutrientes de Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Formulações da Calda Viçosa .....	21
3.4.	Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulveriza <b>ção</b> da Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações de Sulfato de Magnésio ..	24
3.5.	Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulveriza <b>ção</b> da Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações de Sulfato de Cobre .....	27
3.6.	Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulveriza <b>ção</b> da Calda Viçosa em Diferentes Concentrações .....	28
3.7.	Relação entre Intensidade da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro e Produção do Cafeeiro .....	35
3.8.	Teores Foliare <b>s</b> de Micro e Macro-Nutrientes em Cafeeiros Pulverizados com Calda Viçosa em Diferentes Concentrações .....	37
4.	DISCUSSÃO .....	40
4.1.	Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, com Diferentes Formulações da Calda Viçosa .....	40
4.2.	Interação do Sulfato de Zinco, do Sulfato de Magnésio e do Ácido Bórico com a <b>Ação</b> Fungicida do Sulfato de Cobre .....	45
4.3.	Teores Foliare <b>s</b> de Micro e Macro-Nutrientes de Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Formulações da Calda Viçosa .....	46
4.4.	Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulveriza <b>ção</b> da Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações de Sulfato de Magnésio ..	52
4.5.	Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulveriza <b>ção</b> da Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações de Sulfato de Cobre .....	54
4.6.	Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulveriza <b>ção</b> de Diferentes Concentrações da Calda Viçosa .....	55

4.7. Relação entre a Intensidade da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro com a Produção do Cafeeiro .....	56
4.8. Estado Nutricional de Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Concentrações do Sulfato de Cobre na Calda Viçosa e com Diferentes Concentrações da Calda Viçosa .....	59
4.9. Considerações sobre o Uso da Calda Viçosa .	61
5. RESUMO .....	62
6. CONCLUSÕES .....	65
BIBLIOGRAFIA .....	67
APÊNDICE .....	74

## EXTRATO

UBEDA HERRERA, Rafael Antonio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1994. **Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro e Nutrição do Cafeeiro com aplicação da Calda Viçosa.** Professor Orientador: Laércio Zambolim. Professores Conselheiros: Geraldo Martins Chaves e Luiz Eduardo Dias.

Foram avaliados a calda Viçosa (CV) e alguns de seus componentes no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cook.) e do bicho mineiro (*Perileuoptera coffeella* Guerin-Meneville), sobre o estado nutricional do cafeeiro, sob condições de campo, durante os anos agrícolas 1991-1992 e 1992-1993, em Teixeira-MG (20°39'00''S e 42°50'50''W-GR).

A CV reduziu os valores da área abaixo da curva do progresso da incidência (AACP-Inc) da ferrugem e da cercosporiose, mas incrementou a AACP-Inc do bicho mineiro e a produtividade, quando comparada à testemunha. A CV

incrementou **os** teores foliares de Cu e Zn e reduziu **os** teores de N, P e K. Detectou-se **o** efeito antagônico dos componentes da CV com relação aos incrementos dos teores foliares de Zn e Cu. A ausência do sulfato de magnésio da CV aumentou a produtividade nas duas colheitas e **a** ausência do sulfato de zinco, na segunda colheita. A CV sem sulfato de cobre incrementou a AACP-Inc da cercosporiose e causou redução drástica da produtividade no segundo ano. A adição de KCl na CV aumentou a produtividade, principalmente na ausência de uréia. O KCl não influenciou a absorção de Cu e Zn, mas beneficiou **o** incremento do teor foliar de B.

Por meio do método de Colby, detectou-se **o** efeito antagônico do sulfato de zinco, do sulfato de magnésio e do ácido bórico, com relação ao sulfato de cobre, no controle da ferrugem. O ácido bórico e **o** sulfato de magnésio, em algumas concentrações, foram sinérgicos, e **o** sulfato de zinco foi antagônico ao sulfato de cobre no controle da cercosporiose.

O incremento do sulfato de magnésio na CV reduziu **a** produção na primeira colheita e **os** teores foliares de Cu, Zn, Mn, N e K, mas incrementou **os** teores de Mg. **No** primeiro ano agrícola, as concentrações de 1,77 e 2,76 g/l de sulfato de cobre na CV proporcionaram **o** maior controle da cercosporiose e a maior produção, respectivamente. **No** segundo ano, foi observada resposta linear positiva da produção, quadrática do teor foliar do Cu, raiz quadrática **do** Zn, Mn e Mg e linear negativa do N, em função do incremento do sulfato de cobre na CV. Foram observados a maior eficiência fungicida da CV, **os** maiores teores foliares de Cu

e Zn e a maior produtividade, quando a CV foi empregada na proporção de 0,66 a 0,76 da concentração original. Houve incremento na AACP-Inc do bicho mineiro, em função do incremento da concentração da CV.

## ABSTRACT

USEDA HERRERA, Rafael Antonio, M.S., University Federal of Viçosa, July of 1994. **Control of leaf rust, leaf spot and leaf miner and nutritional status of coffee plants sprayed with Calda Viçosa.** Adviser: Laércio Zambolim. Committee members: Geraldo Martins Chaves and Luiz Eduardo Dias.

Calda Viçosa (CV) and some their components were tested against leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), leaf spot (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cook.), leaf miner (*Perileucoptera coffeella* Guerin-Meneville), and on the nutritional status of coffee plants, under field conditions during crop seasons 1991-1992 and 1992-1993 in Teixeiras-MG (20°39'00''S and 42°50'50''W-GR).

CV reduced the area under progress curve of incidence (AUPC-Inc) of leaf rust and leaf spot and increase leaf miner AUPC-Inc, but coffee beans yield increased as compared to control. Foliar concentration of Zn and Cu increased and the concentration of N, P and K were reduced in the treatment sprayed with CV. Antagonistic effect was

detected among the CV components when the increment of Zn and Cu foliar concentration was compared. The elimination of magnesium sulfate from CV resulted in increase of yields in both harvests, while the absence of zinc sulfate increase the yield in the second harvest. The cupric sulfate elimination from CV increased the leaf spot AUCP-Inc and caused drastic yield reduction in the second harvest. The KCl addition in the CV increased the yield when urea was excluded. The KCl did not influence Cu and Zn absorption but favored the increase of foliar concentration of B.

According the Colby methods antagonistic effect was detected among zinc sulfate, magnesium sulfate and boric acid in relation to cupric sulfate in leaf rust control. Boric acid and magnesium sulfate in some concentrations were synergistic, while the zinc sulfate was antagonistic to cupric sulfate when leaf spot control was considered.

The first harvest yield and the foliar concentration of Cu, Zn, Mn, N and K were reduced when magnesium sulfate increased in CV, although the foliar concentration of Mg increased. In the first year the rates of 1.77 and 2.67 g/l of cupric sulfate in CV provided the better leaf spot control and the highest yield, respectively. In the second year it was observed linear positive relationship of yields, quadratic of foliar concentration of Cu, root quadratic of Zn, Mn e Mg and linear negative of N in function of the increment of cupric sulfate. The higher efficiency fungicide of CV, the higher foliar concentration of Cu and Zn, and higher yield was observed when CV had the proportion of 0.66 to 0.76 of original concentration. The leaf miner AUPC-Inc increased with higher CV concentrations.

## i. INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica* L.) é o responsável por aproximadamente 5,13% do valor global da exportação brasileira (IBC, 1989). A área cultivada é de aproximadamente 2,8 milhões de hectares. A cultura do café, além de proporcionar boa fonte de trabalho, é responsável, ainda, pelo ingresso de 2,5 bilhões de dólares no País (LIMA FILHO, 1991).

Entre os fatores fitossanitários que influenciam a produtividade do cafeeiro, destacam-se a ferrugem, causada por *Hemileia vastatrix* Berk. e Br. (CHAVES et al., 1970); a cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola* Berk. e Cook (MIGUEL et al., 1975); e o bicho mineiro, por *Perileuoptera coffeella* Guen-Meneville (SOUZA e REIS, 1992).

As perdas na cultura do cafeeiro pela ferrugem variam entre 25 e 40% da produção, o que, pela média, representaria aproximadamente 500 milhões de dólares a menos na renda com a exportação anual do produto no Brasil (MONACO, 1977). As

perdas podem variar de acordo com as condições climáticas e a carga pendente (ZAMBOLIM et al., 1992b).

Ataques severos da cercosporiose podem causar redução de até 30% no rendimento (MIGUEL et al., 1975), enquanto perdas de 37 a 80% da produção podem ser causadas pelo bicho mineiro (EPAMIG, 1984; SOUZA e REIS, 1992).

Após a introdução da ferrugem no Brasil, as pesquisas foram direcionadas, visando selecionar fungicidas, dosagens e épocas de aplicação mais adequadas ao controle da doença (CHAVES et al., 1970). Os fungicidas à base de cobre, tanto a calda bordalesa como o oxiclóreto de cobre, os hidróxidos e os óxidos de cobre, demonstraram grande eficiência no controle da ferrugem, com reflexos positivos nos aumentos de produção (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985; NUNES, 1986; JARAMILLO, 1988). Na América Central, produtos à base de cobre também têm mostrado eficiência no controle da ferrugem (SCHIBER e ZENTMEYER, 1984).

Em condições de viveiro, a cercosporiose causa intensa desfolha, atraso no crescimento e raquitismo da planta; enquanto no campo, ocasiona severa desfolha e redução da quantidade e qualidade dos frutos, principalmente em lavouras em pleno sol (FERNANDEZ-BORRERO et al., 1966). A incidência e a severidade da cercosporiose podem depender da natureza das fontes nutricionais. Na Nicarágua, encontrou-se que mudas de cafeeiro adubadas com fertilizantes minerais foram mais suscetíveis à infecção pelo patógeno; entretanto, aquelas adubadas com polpa de café, na proporção de 40:60 (polpa:solo), eram menos suscetíveis à doença (CHEVEZ, 1988).

Visando o controle da ferrugem e a aplicação simultânea de micronutrientes, a Universidade Federal de Viçosa desenvolveu a calda Viçosa (CV). A calda é uma suspensão coloidal, composta de sulfato de zinco, sulfato de magnésio, sulfato de cobre, ácido bórico, uréia e cal hidratada, na concentração de 600, 800, 500, 200, 400; e 750 gramas/100 litros de água, respectivamente (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985).

Além de reduzir a incidência da ferrugem e da cercosporiose, as aplicações da CV reduzem a incidência do bicho mineiro, não havendo necessidade de controle por inseticidas (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985).

A CV deve ser aplicada a intervalos de 30 dias, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985). O emprego da CV reduz os custos de produção do cafeeiro, pelo fato de existirem na constituição da calda o zinco e o boro, elementos essenciais ao cafeeiro, além do cobre, que apresenta efeito fungicida.

Os resultados experimentais obtidos por diversos pesquisadores indicam que a CV tem proporcionado maior produtividade, em comparação com os tratamentos tradicionais à base de cobre e triadimefon (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985; ZAMBOLIM et al., 1990 a). Estudos recentes indicam a superioridade da CV no incremento da produtividade, em comparação ao triadimenol misturado com dissulfoton em condições do cerrado (LUZ et al., 1992). Segundo JARAMILLO (1988), o êxito da CV pode ser em razão do efeito complementar dos micronutrientes cobre, zinco e boro, presentes em sua composição.

A literatura disponível evidencia **os** benefícios do uso da CV no controle de doenças foliares do cafeeiro, entretanto **o** efeito isolado de seus componentes, em condições de campo, **é** desconhecido. A presença da uréia e do sulfato de magnésio como componentes da CV **é** questionada, pelo fato de as quantidades recomendadas poderem ser desprezíveis **e** substituídas pela aplicação no **solo**. A aplicação do sulfato de magnésio ao **solo** apresentou maior incremento no rendimento, quando comparada com aplicações foliares (POVOA, 1978).

**Os** resultados de incrementos na absorção foliar de Zn, pela adição da uréia à solução, **são** divergentes. Recentemente, FÁVARO (1992) relatou que a uréia não mostrou efeito antagônico, nem sinérgico, na absorção do Zn. SEGURAMONGE (1989) encontrou que aplicações foliares da uréia em mudas de cafeeiro, sob determinadas condições, especialmente de estresse hídrico, poderiam causar efeitos negativos. Por outro lado, alguns componentes utilizados na CV têm sido relatados como sendo antagonistas, por exemplo, cobre e zinco e zinco e boro (FREIRE et al., 1984; FÁVARO, 1992).

Visando contribuir para a elucidação de parte desses questionamentos, **o** presente trabalho teve como principais objetivos: **1)** estudar **o** efeito da CV e de seus componentes no controle da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, bem como sua influência na nutrição foliar e na produtividade do cafeeiro; **2)** determinar a concentração mais adequada dos componentes da CV no controle das doenças e sobre a produtividade; e **3)** estudar a ação da CV preparada com diferentes concentrações do sulfato de magnésio e

sulfato de cobre no controle da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, bem como sua influência na nutrição foliar e na produtividade.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Generalidades

O estudo foi conduzido durante **os** anos agrícolas 1991-1992 e 1992-1993, em áreas da Fazenda Patrimônio, localizada no Município de Teixeira, na Zona da Mata de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas de **20°39'00''S.** e **42°50'50''W-GR,** altitude de 690 m e topografia ondulada.

O experimento foi instalado numa lavoura de café (**Coffea arabica** L) do cultivar Catuaí Amarelo, com seis anos de idade, plantado num espaçamento de 3,00 X 1,30m, para uma população aproximada de 2500 plantas/ha.

A CV foi preparada com **os** seguintes componentes: sulfato de cobre (25% de Cu), sulfato de magnésio (16,5% de Mg); sulfato de zinco (21,5% de Zn), uréia (45% de N), ácido bórico (17,5% de boro), cal hidratada (40-50% de CaO) e cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O).

## 2.2. Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos foram originados a partir de uma matriz baconiana (TURRENT, 1979), consistindo de: a) CV formulada com diferentes proporções de seus componentes; b) CV formulada com a eliminação de um de seus componentes, à exceção do  $\text{Ca(OH)}_2$ ; c) CV com a adição de cloreto de potássio, na presença e na ausência da uréia; e d) testemunha, sem aplicação da CV, perfazendo um total de 15 tratamentos (Quadro 1).

QUADRO 1 - Tratamentos Estudados, Visando o Controle da Ferrugem (*Hemileia vastatrix*), da Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e do Bicho Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) e a Produtividade do Cafeeiro, nos Anos Agrícolas 1991-92 e 1992-93

Tratamentos	Zn	Mg	B	Cu	Uréia	KCl	$\text{Ca(OH)}_2$
	(g/100 l de Água)						
CV(1,00)*	600	800	200	500	400	000	750
CV(0,75)	450	600	175	375	300	000	562
CV(0,50)	300	400	100	250	200	000	375
CV(0,25)	150	200	50	125	100	000	187
CV(-Mg)	600	000	200	500	400	000	750
CV(Mg 2g/l)	600	200	200	500	400	000	750
CV(Mg 4g/l)	600	400	200	500	400	000	750
CV(-Cu)	600	800	200	000	400	000	750
CV(Cu 1,25 g/l)	600	800	200	125	400	000	750
CV(Cu 2,5 g/l)	600	800	200	250	400	000	750
CV(-Zn)	000	800	200	500	400	000	750
CV(-B)	600	800	000	500	400	000	750
CV+KCl	600	800	200	500	400	500	750
CV+KCl(-Uréia)	600	800	200	500	000	500	750
-CV**	000	000	000	000	000	000	000

\* - Calda Viçosa na composição original (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985).

\*\* - CV testemunha, sem aplicação.

Zn:  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ; Mg:  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; B:  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; Cu:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

**Os** tratamentos foram arranjados num delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, tendo cada parcela experimental cinco plantas úteis, com duas plantas de bordadura nas extremidades. As características químicas do **solo** encontram-se resumidas no Quadro 2. **Os** tratamentos culturais consistiram na eliminação de plantas daninhas durante as fases de competição com a cultura e na aplicação de calcário, na razão de 1 ton/ha, e de três adubações com a fórmula 20-5-20 (N-P-K), na razão de 140 g por cova. **Não** foram realizadas aplicações de micronutrientes na área experimental no **solo**, nem por aplicação foliar.

QUADRO 2 - Características Químicas do **Solo** Utilizado na Área de Condução do Experimento

pH (dg/kg)	CO -- (dg/kg)	N --	Al <sup>3+</sup> ----- (cmol/dm <sup>3</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (cmol/dm <sup>3</sup> )	Mg <sup>2+</sup> -----	K -----	B -----	Cu -----	Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	Mn -----	Zn -----
5.3	1.5	0.1	0,2	0,8	1,1	118,6	1.1	1.2	40	13.2	0,98

**Os** tratamentos foram aplicados com pulverizador costal motorizado, adaptado com turbina rotativa da marca Jacto, com gasto médio de 300 litros/ha. Foram realizadas quatro aplicações em cada ano agrícola. **No** primeiro ano, as aplicações foram aos 75, 103, 131 e 159 dias após a floração principal (DAFP). **No** segundo ano, aos 124, 152, 180 e 208 DAFP.

Da matriz baconiana, foram derivados cinco estudos. No primeiro, foram estudados os efeitos dos componentes da CV sobre o controle da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, bem como a influência na nutrição e na produtividade do cafeeiro. No segundo, foi calculado o fator de antagonismo de acordo com o método de Colby (COLBY, 1967), entre os componentes sulfato de zinco, sulfato de magnésio e ácido bórico, em relação à ação fungicida do sulfato de cobre. Nos terceiro, quarto e quinto estudos, verificou-se o efeito de diferentes concentrações do sulfato de magnésio, sulfato de cobre e da CV sobre o controle da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, bem como a influência na nutrição e na produtividade do cafeeiro.

### 2.3. Avaliação

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho-mineiro, foram realizadas leituras a cada 21 dias. Em 1991-92, as leituras foram realizadas aos 100, 121, 142, 163, 184 e 205 DAFP. Em 1992-93, as leituras foram realizadas aos 123, 144, 165, 186, 207 e 228 DAFP. Das plantas da parcela experimental, foram colhidas dez folhas de ramos plagiotrópicos, aleatoriamente selecionados do terço médio da planta e ao seu redor. As folhas foram colhidas do terceiro par dos ramos plagiotrópicos, contadas a partir do extremo distal, perfazendo um total de 50 folhas por parcela.

Foram determinados a incidência e o número médio de pústulas de ferrugem e o número de lesões de cercosporiose e

de bicho mineiro, respectivamente. A severidade da ferrugem foi avaliada de acordo com a escala proposta por KUSHALAPA e CHAVES (1978). A severidade da cercosporiose foi estimada visualmente.

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a produtividade, foi registrada a produção de cada parcela, transformando o peso de café-cereja por parcela em sacas (60 kg) de café beneficiado por hectare, conforme índices estabelecidos por BARTHOLÓ et al. (1989).

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a condição nutricional do cafeeiro, foi determinado o teor foliar de macro e micronutrientes durante a fase fenológica de iniciação da gema floral (RENA e MAESTRI, 1986). As amostras foliares foram colhidas aproximadamente três meses após a colheita dos grãos da safra de 1992-93. Este período caracterizou-se pela baixa precipitação. Das plantas da parcela experimental, foram colhidas dez folhas de ramos laterais, aleatoriamente selecionados do terço médio da planta e ao seu redor. As folhas foram colhidas do terceiro par dos ramos laterais, contadas a partir do extremo distal, perfazendo um total de 50 folhas por parcela. Foi considerado como o primeiro par, aquele que apresentou folhas com cerca de 2,5 cm de comprimento; foram colhidas somente folhas sadias, livres de doenças e de ataque de pragas.

Posteriormente, as folhas foram lavadas em água corrente, tendo o cuidado de remover ao máximo os resíduos da aplicação dos tratamentos. A seguir, as folhas foram lavadas e imersas em água destilada, por 5 minutos. Logo após, foram secas em estufa com ventilação forçada a 70°C,

por 72 horas; posteriormente, foram trituradas em moinho tipo Winley, com peneira de 20 mesh.

As amostras foram submetidas à mineralização nitro-perclórica (JOHNSON e ULRICH, 1959), em cujo extrato foram determinados os elementos K, por fotometria de chama; Zn, Fe, Cu, Mg e Ca, por espectrofotometria de absorção atômica; e P, por colorimetria (LINDEMAN, 1958). O N foi determinado por titulação, após micro digestão, pelo método Kjeldahl, enquanto o teor foliar de B foi obtido por colorimetria com curcumina (MALAVOLTA et al., 1989).

#### 2.4. Análise Estatística

Dos dados da intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, calculou-se a área abaixo da curva do progresso da doença ( $X/100$ ), para cada variável avaliada. Esses cálculos foram realizados por meio do programa AVACPD (TORRES e VENTURA, 1991). Posteriormente, os dados foram transformados em  $\arcseno[\sqrt{X/100}] * 57,29$ . A distribuição normal do erro e a homogeneidade da variância foram testadas por meio dos testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett, respectivamente.

Para avaliar o efeito do componente ausente na composição da CV, procedeu-se à análise de variância e à comparação das médias por contrastes ortogonais conforme STEELL e TORRIE (1980). Os efeitos das diferentes concentrações de sulfato de magnésio, sulfato de cobre e da CV foram determinados por meio de análise de regressão, conforme as recomendações de ALVAREZ V. (1985). Para

determinar a relação entre a intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro e a produtividade do cafeeiro, foi realizada a análise de correlação de Pearson. Todos os cálculos estatísticos e a organização dos dados foram realizados, utilizando o programa Sistema de Análise Estatística e Genética da Universidade Federal de Viçosa (BRAGA FILHO e EUCLYDES, 1989).

## 2.5. cálculo do Fator de Antagonismo

Para o cálculo do antagonismo dos componentes da calda Viçosa (sulfato de zinco, sulfato de magnésio e ácido bórico) ao efeito fungicida do sulfato de cobre, foram utilizadas as médias dos dados da área abaixo da curva do progresso da incidência (AACP-Inc) da ferrugem e da cercosporiose. Os dados foram expressos como a porcentagem de controle para cada doença, em relação ao tratamento-testemunha (-CV). O fator de antagonismo (FA) foi calculado de acordo com o método de Colby (COLBY 1967), conforme DIK et al. (1991), utilizando as seguintes fórmulas:

$$E_{\text{esp}} = \frac{X' * Y'}{\quad} \quad (\text{F. 1})$$

$$\text{FA} = \frac{E_{\text{obs}}}{E_{\text{esp}}} \quad (\text{F. 2})$$

Na fórmula 1 (F. 1),  $X'$  é a AACP-Inc transformada em porcentagem de controle da doença, com o químico A na concentração  $x$ ;  $Y'$  é a AACP-Inc transformada em porcentagem

de controle, com o químico B na concentração Y; e  $E_{esp}$  é a AACP-Inc esperada, expressa como a porcentagem de controle, com químicos **A+B** em concentração **X+Y**. Na fórmula 2 (F. 2), o  $E_{esp}$  é, então, comparado à AACP-Inc observada, expressa como porcentagem de controle ( $E_{obs}$ ). O nível de interação pode ser expresso em um fator de antagonismo (**FA**). De acordo com o método de Colby (COLBY, 1967), se o **FA** é maior que **1**, os componentes **são** considerados antagonistas ao efeito fungicida do cobre, e se **FA** é menor que **1**, os componentes são sinérgicos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro com Diferentes Formulações da Calda Viçosa

O efeito dos tratamentos sobre a intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro e sobre a produção do cafeeiro, observadas no ano agrícola 1991-92, encontra-se no Quadro 3. Foram encontradas diferenças significativas entre CV e a testemunha (sem aplicação), para as variáveis que quantificaram a AACP-incidência da ferrugem e AACP-incidência do bicho mineiro (Quadro 4). A testemunha, apresentou **os** maiores valores da ferrugem e **os** menores valores para bicho mineiro.

No segundo ano agrícola (1992-93), ocorreu uma queda da intensidade da ferrugem, da cercosporiose, do bicho mineiro e da produtividade do cafeeiro, quando comparada à do ano agrícola 1991-92 (Quadro 5). Neste ano, o tratamento com CV (Quadro 6) incrementou a produtividade e

**QUADRO 3** - Efeito dos Tratamentos sobre a Área Abaixo da Curva da Ferrugem (*Hemileia vastatrix*), da Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e do Bicho Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) e para a Produtividade do Cafeeiro, no ano Agrícola 1991-92

Tratamentos	Ferrugem <sup>1</sup>			Cercosporiose			Bicho Mineiro		Prod.
	Inc <sup>3</sup>	P/F <sup>4</sup>	Sev <sup>5</sup>	Inc	L/F <sup>6</sup>	Sev	Inc	L/F	Sc.ben/ha <sup>7</sup>
	Área Abaixo da Curva								
CV <sup>1</sup>	11,9	6,4	5,8	17,7	6,3	5,4	29,7	7,3	74,8
CV(-Mg)	9,4	5,6	4,9	15,2	6,5	5,0	28,0	7,4	97,7
CV(-Cu)	11,6	6,9	5,3	23,6	7,1	5,9	28,8	7,2	65,5
CV(-Zn)	9,7	5,2	4,8	13,0	5,9	5,4	28,7	7,6	87,4
CV(-B)	8,7	5,8	5,7	17,3	6,8	5,5	26,9	7,5	87,5
CV+KCl	14,0	6,2	5,2	15,1	5,7	6,3	28,2	7,7	91,6
CV+KCl(-Uréia)	9,9	5,2	4,1	15,9	5,9	4,6	25,5	7,5	95,2
-CV <sup>2</sup>	25,6	8,2	7,0	21,2	6,6	5,2	24,0	7,5	70,4

\* - Os dados são a média de quatro repetições, transformados em arcoseno[raiz(X/100)]\*57,29.

1: CV = Calda Viçosa; 2: -CV = Testemunha; 3: Incidência;  
4: Pústulas por folha; 5: Severidade; 6: Lesões por folha;  
7: Sc = 60 kg.

**QUADRO 4** - Significância dos Contrastes para Ferrugem (*Hemileia vastatrix*), Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e Bicho Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) e para a Produtividade do Cafeeiro, em Função dos Componentes da Calda Viçosa, no Ano Agrícola 1991-92

contrastes	Ferrugem			Cercosporiose			Bicho Mineiro		Prod.
	Inc <sup>3</sup>	P/F <sup>4</sup>	Sev <sup>5</sup>	Inc	L/F <sup>6</sup>	Sev	Inc	L/F	Sc.ben/ha
CV <sup>1</sup> vs. -CV <sup>2</sup>	***	-		-	-	-	**	-	-
CV vs. CV(-Mg)				-	-	-	-	-	**
CV vs. CV(-Cu)				**	-	-	-	-	-
CV vs. CV(-Zn)				*	-	-	-	-	-
CV vs. CV(-B)				-	-	-	-	-	-
CV vs. CV+KCl				-	-	-	-	-	*
CV vs. CV+KCl(-Uréia)			•				*	-	**
CV+KCl vs. +KCl(-Uréia)						■			
Coef. Variação (%)	31,2	25,5	24,9	20,1	15,2	25,0	11,8	8,7	16,3

1: CV = Calda Viçosa; 2: -CV = Testemunha; 3: Incidência;  
4: Pústulas por folha; 5: Severidade; 6: Lesões por folha;  
- Não-significativo; \* p = 0,10; \*\* p = 0,05; \*\*\* p = 0,01.

**QUADRO 5** - Efeito dos Tratamentos sobre a Área Abaixo da Curva da Ferrugem (*Hemileia vastatrix*), da Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e do Bicho Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) e sobre a Produtividade do Cafeeiro, no Ano Agrícola 1992-93

Tratamentos	Ferrugem*			Cercosporiose			Bicho Mineiro		Prod.
	Inc <sup>3</sup>	P/F <sup>4</sup>	Sev <sup>5</sup>	Inc	L/F <sup>6</sup>	Sev	Inc	L/F	Sc.ben/ha <sup>7</sup>
	----- Área Abaixo da Curva -----								
CV <sup>1</sup>	3.0	0.0	0.0	12,8	4.8	4,5	13.6	5,8	16,1
CV(-Mg)	2,6	1,8	1,8	11.6	4.7	4,2	13.2	5.7	25.0
CV(-Cu)	0,9	0.7	0,?	13.5	5.8	4.8	13.2	5.6	0,4
CV(-Zn)	6.7	5,7	6.0	13,9	5.8	5,4	16.1	6,0	28,6
CV(-B)	0,7	0.4	0.3	11.9	4,7	4.1	12,6	5.6	23.6
CV+KCl	0.0	1,1	0.9	11,8	4,5	4.0	12.4	5.1	16.6
CV+KCl(-Uréia)	3.2	2.9	2.8	11,5	5.4	4,6	12.1	5.5	26,5
-CV <sup>2</sup>	2,2	1.6	1,6	16.9	6,1	5.2	13.8	5.6	0,2

\* - Os dados são a média de quatro repetições, transformados em  $\arcseno[\text{raiz}(X/100)] * 57,29$ .

1: CV = Calda Viçosa; 2: -CV = Testemunha; 3: Incidência;  
4: Pústulas por folha; 5: Severidade; 6: Lesões por folha;  
7: Sc = 60 kg.

**QUADRO 6** - Significância dos Contrastes para Ferrugem (*Hemileia vastatrix*), Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e Bicho Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) e para a Produtividade do Cafeeiro, em Função dos Componentes da Calda Viçosa, no Ano Agrícola 1992-93

Contrastes	Ferrugem			Cercosporiose			Bicho Mineiro		Prod.
	Inc <sup>3</sup>	P/F <sup>4</sup>	Sev <sup>5</sup>	Inc	L/F <sup>6</sup>	Sev	Inc	L/F	Sc.ben/ha
CV <sup>1</sup> vs. -CV <sup>2</sup>				**					***
CV vs. CV(-Mg)									*
CV vs. CV(-Cu)									***
CV vs. CV(-Zn)	**	**	**				*		**
CV vs. CV(-B)									
CV vs. CV+KCl		■							
CV vs. CV+KCl(-Uréia)									**
CV+KCl vs. +KCl(-Uréia)	*								*
Coef. Variação (%)	101	104	102	20	21.7	23.5	13.4	12,9	37,5

1: CV = Calda Viçosa; 2: -CV = Testemunha; 3: Incidência;  
4: Pústulas por folha; 5: Severidade; 6: Lesões por folha;  
- Não-significativo; \* p = 0,10; \*\* p = 0,05; \*\*\* p = 0,01.

reduziu significativamente a AACP-incidência da cercosporiose, quando comparada à testemunha.

Para determinar o efeito dos componentes da CV no controle da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, os tratamentos com o componente ausente e aqueles adicionados de KCl foram comparados com a CV, A CV na ausência do sulfato de magnésio {CV(-Mg)} não apresentou efeitos significativos na intensidade da ferrugem, cercosporiose e do bicho mineiro, tanto no primeiro como no segundo ano agrícola (Quadros 4 e 6). A produtividade foi incrementada significativamente nas duas colheitas, na ausência desse componente.

A ausência do sulfato de cobre da CV {CV(-Cu)} não teve efeito sobre a intensidade da ferrugem e bicho mineiro, nos dois anos de estudo. Entretanto, apenas no primeiro ano agrícola, ocorreu incremento significativo da AACP-incidência da cercosporiose na ausência desse componente. A eliminação do sulfato de cobre causou redução drástica na produção, durante o segundo ano. Foi observado que as plantas aplicadas com esse tratamento apresentaram desfolha severa visível na fase de colheita de grãos, no ano agrícola 1991-92.

No primeiro ano agrícola, a eliminação do sulfato de zinco da CV {CV(-Zn)} não afetou a intensidade da ferrugem e do bicho mineiro, porém foi observada redução significativa da AACP-incidência da cercosporiose (Quadros 3 e 4). No segundo ano, nesse tratamento, ocorreram incrementos significativos na intensidade da ferrugem e na AACP-incidência do bicho mineiro (Quadros 5 e 6). Na colheita

de 1992-93, a produção foi incrementada significativamente com a retirada do sulfato de zinco.

Nos dois anos de estudo, a eliminação do ácido bórico da CV não influenciou significativamente a intensidade da ferrugem, cercosporiose e do bicho mineiro, nem a produção, embora, os dados mostrem tendências de incrementos da produção, quando esse componente foi eliminado (Quadros 3 e 5).

A adição do KCl à CV resultou em acréscimo significativo na produção do primeiro ano e decréscimo significativo na AACP-incidência da ferrugem no segundo ano (Quadros 3 e 6). Quando foi adicionado KCl à CV, na ausência da uréia, observou-se redução significativa na AACP-severidade da ferrugem, não havendo efeitos significativos sobre a cercosporiose. Nos dois anos agrícolas, foram observados incrementos significativos na produtividade (Quadros 4 e 6).

Para determinar o efeito da uréia na CV com KCl, foram comparados os tratamentos CV+KCl vs. CV+KCl(-uréia). No primeiro ano agrícola, o tratamento CV+KCl(-uréia) reduziu significativamente a AACP-severidade da cercosporiose. Não foram detectadas diferenças significativas na intensidade da ferrugem e do bicho mineiro. No segundo ano, o tratamento CV+KCl apresentou a menor AACP-severidade da ferrugem. Apenas na segunda colheita de grãos, foram detectadas diferenças significativas na produtividade, tendo sido observado o tratamento CV+KCl(-uréia), quando comparado com CV+KCl, apresentou maior produção (Quadros 5 e 6).

### 3.2. Interação do Sulfato de Zinco, do Sulfato de Magnésio e do Ácido Bórico com a Ação Fungicida do Sulfato de Cobre

O fator de antagonismo (FA), de acordo com o método de Colby (COLBY, 1967), foi calculado com os dados de AACP-incidência da ferrugem e da cercosporiose, contidos no Quadro 7.

QUADRO 7 - Área Abaixo da Curva do Progresso da Ferrugem e da Cercosporiose do Cafeeiro, no Primeiro Ano Agrícola 1991-92

Tratamentos	AACP-Incidência	
	Ferrugem	Cercosporiose
CV <sup>1</sup>	11,93	17,66
CV(-Mg)	9,45	15,22
CV(Mg 2g/l)	11,42	17,23
CV(Mg 4g/l)	10,08	14,60
CV(-Cu)	11,59	23,61
CV(Cu 1,25 g/l)	12,58	18,33
CV(Cu 2,50 g/l)	10,94	16,84
CV(-Zn)	9,71	13,03
CV(-B)	8,74	17,27
-CV <sup>2</sup>	25,65	21,24

OS dados são a média de quatro repetições, transformados em  $\arcseno[\sqrt{X/100}] * 57,29$ .

1: CV: Calda Viçosa; 2: -CV: Testemunha.

Encontrou-se que, no controle da ferrugem, o sulfato de zinco, o sulfato de magnésio e o ácido bórico foram antagonísticos ao efeito fungicida do sulfato de cobre (Quadro 8). Observa-se que, em algumas proporções desses componentes, o valor do fator de antagonismo diminui.

No controle da cercosporiose (Quadro 9), o sulfato de zinco foi antagonista ao efeito fungicida do sulfato de

QUADRO 8 - Fator de Antagonismo ( $E_{obs}/E_{esp}$ ), de Acordo com o Método de Colby, do Sulfato de Zinco, do Sulfato de Magnésio e do Ácido Bórico ao Efeito Fungicida do Sulfato de Cobre Como Componentes da Calda Viçosa, no Controle da Ferrugem do Cafeeiro\*

Sulfato de Cobre (g/l)	Sulfato de Zinco		Sulfato de Magnésio		Ácido Bórico 2
	6	2	4	8	
----- (g/l) -----					
----- Fator de Antagonismo -----					
1,25 <sup>1</sup>	2,87	ND <sup>2</sup>	ND	2,94	3,18
2,50	2,49	ND	ND	2,56	2,77
5,00	2,70	2,67	2,36	2,77	3,00

\* Foi utilizada a área abaixo da curva do progresso da doença.

1: g/l = Gramas/litro

2: ND = Não-determinado; tratamentos não-disponíveis.

QUADRO 9 - Fator de Antagonismo ( $E_{obs}/E_{esp}$ ), de Acordo com o Método de Colby, do Sulfato de Zinco, do Sulfato de Magnésio e do Ácido Bórico ao Efeito Fungicida do Sulfato de Cobre como Componentes da Calda Viçosa, no Controle da Cercosporiose do Cafeeiro\*

Sulfato de Cobre	Sulfato de Zinco		Sulfato de Magnésio		Ácido Bórico 2
	6	2	4	8	
----- (g/l) -----					
----- Fator de Antagonismo -----					
1,25 <sup>1</sup>	1,26	ND <sup>2</sup>	ND	1,08	0,95
2,50	1,16	ND	ND	0,99	0,87
5,00	1,22	1,01	0,86	1,04	0,92

\* Foi utilizada a área abaixo da curva do progresso da doença.

1: g/l = Gramas/litro.

2: ND = Não-determinado; tratamentos não-disponíveis.

cobre, embora em menores valores, quando comparados aos da ferrugem. O sulfato de magnésio em duas concentrações e o ácido bórico demonstram ser sinérgicos a diferentes concentrações do sulfato de cobre, na composição da CV.

### 3.3. Teores Foliare de Micro e Macro-Nutrientes de Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Formulações da Calda Viçosa

Os teores de nutrientes nas folhas dos cafeeiros, durante a fase fenológica de iniciação da gema floral, encontram-se nos Quadros 10 e 12. Os teores foliares de N, P e K foram reduzidos significativamente, entretanto, foram observados incrementos significativos nos teores foliares de Cu e Zn no tratamento com CV, quando comparado com a testemunha (-CV) (Quadros 11 e 13).

Para determinar o efeito dos componentes da CV sobre a nutrição foliar do cafeeiro, os tratamentos com ausência de componentes e aqueles adicionados de KCl foram comparados com a CV. Quando o sulfato de magnésio e o ácido bórico foram eliminados da composição da CV, os teores de Cu e Zn foram incrementados. Os teores de nitrogênio foram incrementados significativamente na CV (-Mg) e os teores de B, no tratamento CV(-B).

Quando o sulfato de cobre foi eliminado da CV, os teores de Zn, N e K foram significativamente maiores e o teor de Cu foi reduzido significativamente. No tratamento CV(-Zn), observaram-se maior teor de Cu e menor de Zn nas folhas.

QUADRO 10 - Teores Foliareos dos Macronutrientes N, P, K, Ca e Mg do Cafeeiro, na Fase Fenológica de Iniciação da Gema Floral, 90 Dias Após da Colheita de Grãos

Tratamento	N	P	K (dg/kg)	Ca	Mg
CV <sup>1</sup>	2,1	0,09	1,57	0,89	0,26
CV(-Mg)	2,3	0,10	1,47	0,97	0,30
CV(-Cu)	2,6	0,11	1,90	0,79	0,29
CV(-Zn)	2,1	0,09	1,34	0,96	0,26
CV(-B)	2,1	0,10	1,80	0,88	0,32
CV+KCl	2,2	0,10	1,52	0,88	0,36
CV+KCl(-Uréia)	2,3	0,10	1,43	0,93	0,31
-CV <sup>2</sup>	2,3	0,11	1,95	0,79	0,27

1: CV = Calda Viçosa.

2: -CV = Testemunha.

QUADRO 11 - Significância dos Diferentes Contrastes Sobre os Teores Foliareos de Macronutrientes do Cafeeiro

Contrastes	N	P	K	Ca	Mg
CV <sup>1</sup> vs. -CV <sup>2</sup>	**	*	**	-	-
CV vs. CV(-Mg)	**	‡	-	-	-
CV vs. CV(-Cu)	***		**	-	-
CV vs. CV(-Zn)	-	-	-	-	-
CV vs. CV(-B)	-	-	-	-	-
CV vs. CV+KCl	-	-	-	-	-
CV vs. CV+KCl(-Uréia)	-	-	-	-	-
CV+KCl vs. CV+KCl(-Uréia)	-	-	-	-	-
Coef. Variação (%)	6,1	11,1	13,5	13,4	31,5

1: CV = Calda Viçosa.

2: -CV = Testemunha.

‡ : Não-significativo.

p = 0,10; \*\* p = 0,05; \*\*\* p = 0,01.

QUADRO 12 - Teores Foliareos dos Micronutrientes Cu, Mn, Fe, Zn e B do Cafeeiro, na Fase Fenológica de Iniciação da Gema Floral, 90 Dias Após da Colheita de Grãos

Tratamentos	Cu	Mn	Fe (mg/Kg)	Zn	B
cv <sup>1</sup>	37,1	405,4	35,4	44,0	53,3
CV(-Mg)	67,9	653,4	40,7	78,5	87,1
CV(-Cu)	5,7	145,7	52,7	82,3	70,9
CV(-Zn)	71,2	377,8	61,6	6,1	81,5
CV(-B)	119,4	354,2	29,8	127,3	96,1
CV+KCl	51,5	356,1	27,3	59,5	91,0
CV+KCl(-Uréia)	43,4	322,3	24,2	54,7	60,6
-CV <sup>2</sup>	6,1	465,2	50,1	1,3	63,9

1: CV = Calda Viçosa.

2: -CV = Testemunha.

QUADRO 13 - Significância dos Diferentes Contrastes Sobre os Teores Foliareos de Micronutrientes do Cafeeiro

Contrastes	Cu	Mn	Fe	Zn	B
cv <sup>1</sup> vs -cv <sup>2</sup>	**	-	-	***	-
CV vs CV(-Mg)	**	-	-	**	-
CV vs CV(-Cu)	***	-	-	***	-
CV vs CV(-Zn)	***	-	-	***	-
CV vs CV(-B)	***	-	-	***	**
CV vs CV+KCl	-	-	-	-	-
CV vs CV+KCl(-Uréia)	-	-	-	-	-
CV+KCl vs+KCl(-Uréia)	-	-	-	-	-
Coef. Variação (%)	25,4	65,6	82,0	32,0	37,1

1: CV = Calda Viçosa.

2: -CV = Testemunha.

- . Não-significativo.

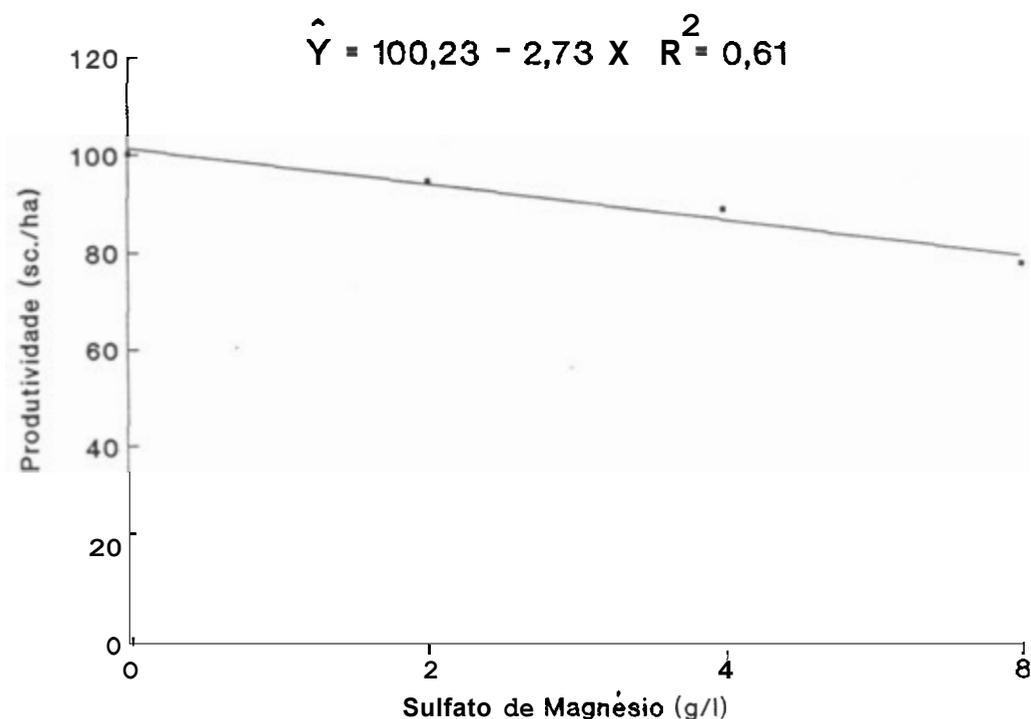
\* p = 0,10; \*\* p = 0,05; \*\*\* p = 0,01.

A adição de KCl na CV, tanto na presença como na ausência da uréia, não influenciou significativamente o incremento dos teores foliares de Cu e Zn. No entanto, os dados evidenciaram aumentos de 30 e 35% nos teores foliares de Cu e Zn, respectivamente (Quadro 12). O teor de B aumentou significativamente com a adição de KCl. A adição de KCl, tanto na presença como na ausência da uréia, não afetou os teores foliares dos elementos em estudo, nem o teor de potássio.

### **3.4. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulverização da Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações de Sulfato de Magnésio**

O incremento das concentrações do sulfato de magnésio (0; 2; 4; e 8 g/l) na composição da CV não influenciou significativamente a intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, em ambos os anos de estudo. Observou-se resposta linear negativa da produtividade no primeiro ano, em função das doses crescentes desse componente (Figura 1).

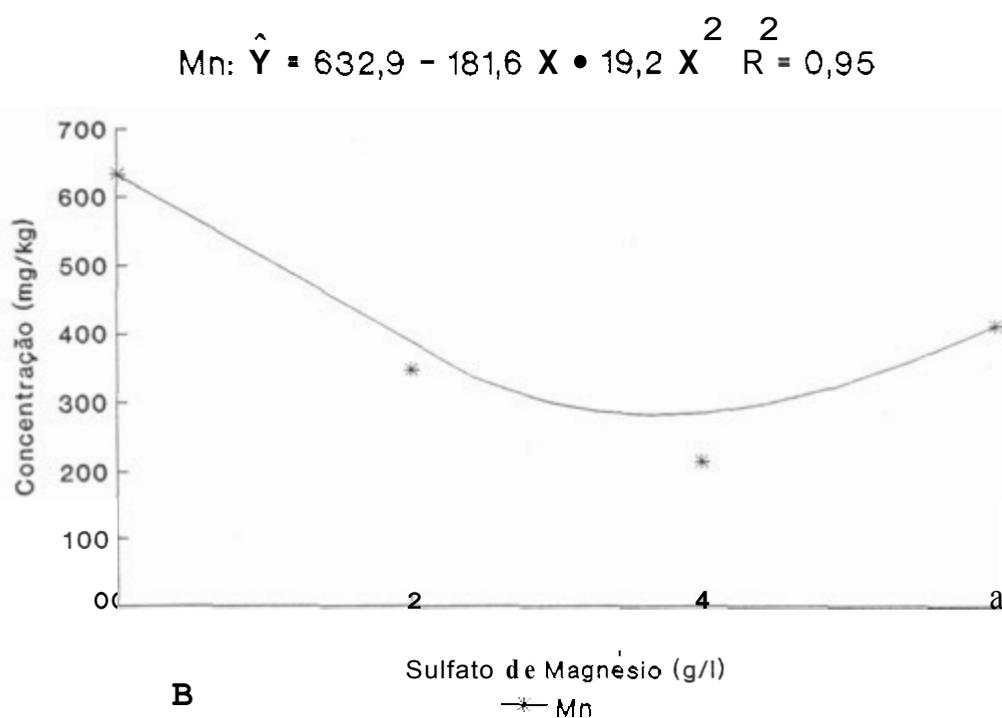
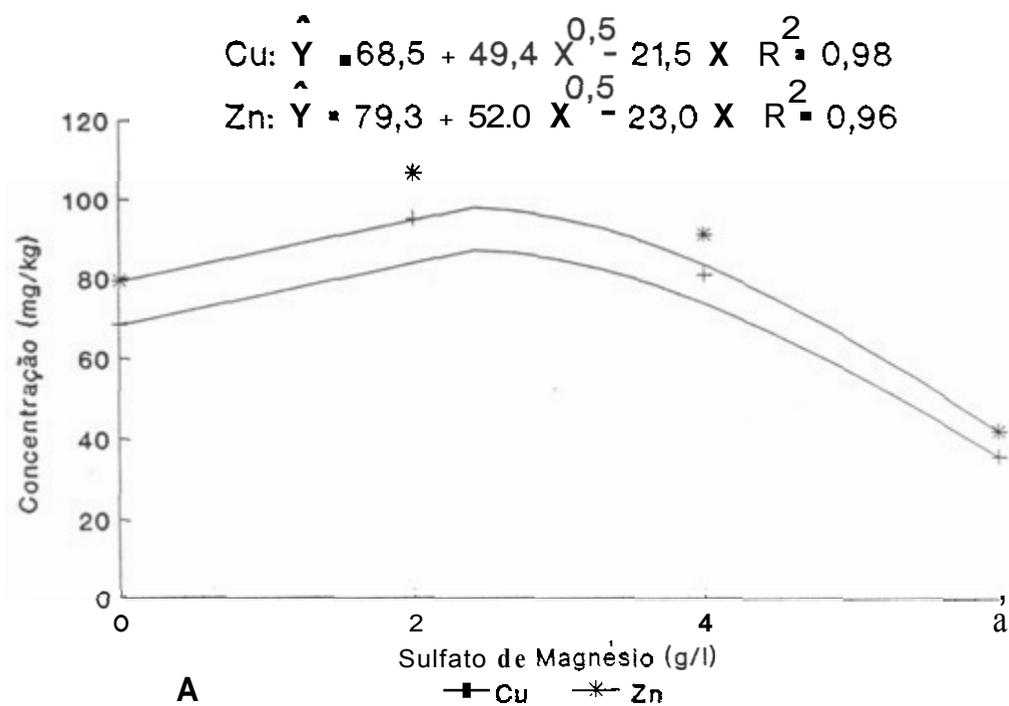
Não foram detectados efeitos significativos sobre os teores foliares de Fe, B, P e Ca. No entanto, houve efeito significativo nos teores foliares de Zn, Cu, Mn, N, K e Mg. Observou-se uma relação raiz quadrática entre os teores foliares de Zn e Cu e as doses do sulfato de magnésio. Nas concentrações de 1,14 e 1,12 g/l de sulfato de magnésio, foram observados os maiores teores foliares de Cu (96,64 mg/kg) e Zn (108,5 mg/kg), respectivamente (Figura 2).



Coeficiente de regressão  $p = 0,1$ .

**FIGURA 1** - Produtividade do Cafeeiro no Ano Agrícola 1991-92, Pulverizado com Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações do Sulfato de Magnésio.

Nas doses superiores a 2 g/l de sulfato de magnésio, houve redução significativa dos teores foliares de ambos os nutrientes, evidenciando o efeito antagônico do sulfato de magnésio na absorção foliar de Cu e Zn. Os teores foliares do manganês apresentaram uma relação quadrática decrescente (Figura 2). O menor teor de Mn (200,2 mg/kg) foi estimado na dosagem de 4,71 g/l do sulfato de magnésio. Foram observadas respostas linear negativa do teor foliar de N, raiz quadrática do K e linear positiva do Mg, em função dos incrementos de sulfato de magnésio na CV (Figura 3).



Coefficiente de regressão  $p = 0,05$ .

**FIGURA 2** - Teor Foliar de Cu, Zn (A) e Mn (B) de Cafeeiros Pulverizados com Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações do Sulfato de Magnésio, no Início da Formação Gema Floral, 90 Dias Após a Colheita de Grãos de 1993.

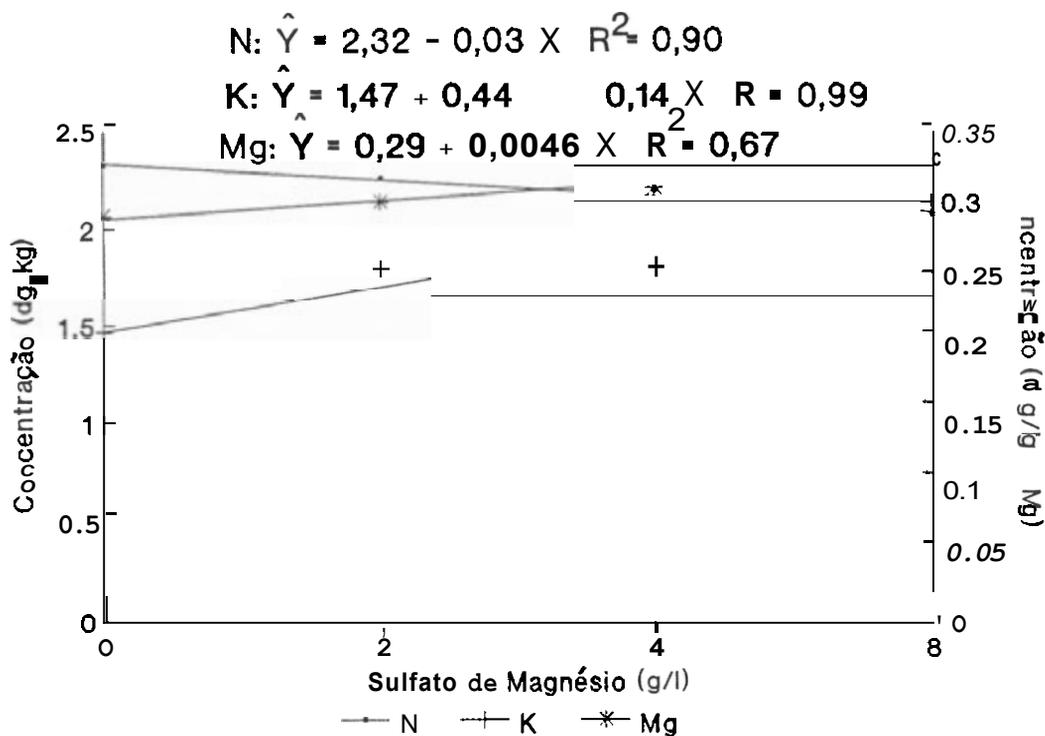


FIGURA 3 - Teor Foliar de N, K e Mg de Cafeeiros Pulverizados com Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações do Sulfato de Magnésio, no Início da Formação Gema Floral, 90 Dias Após a Colheita de Grãos de 1993.

### 3.5. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulverização da Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações de Sulfato de cobre

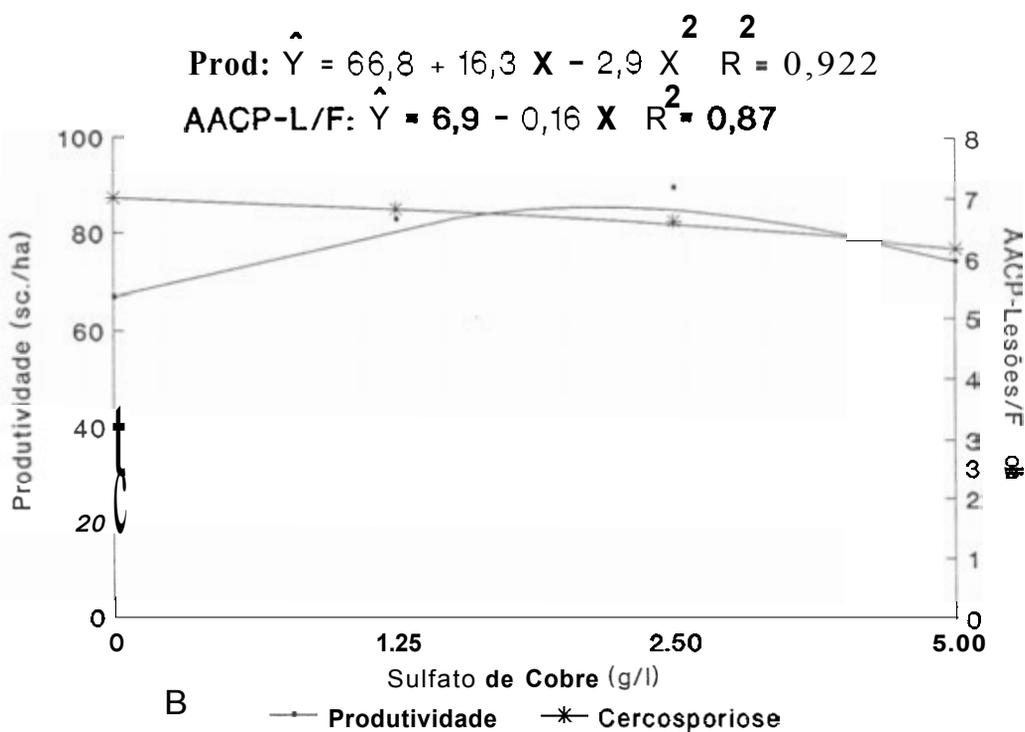
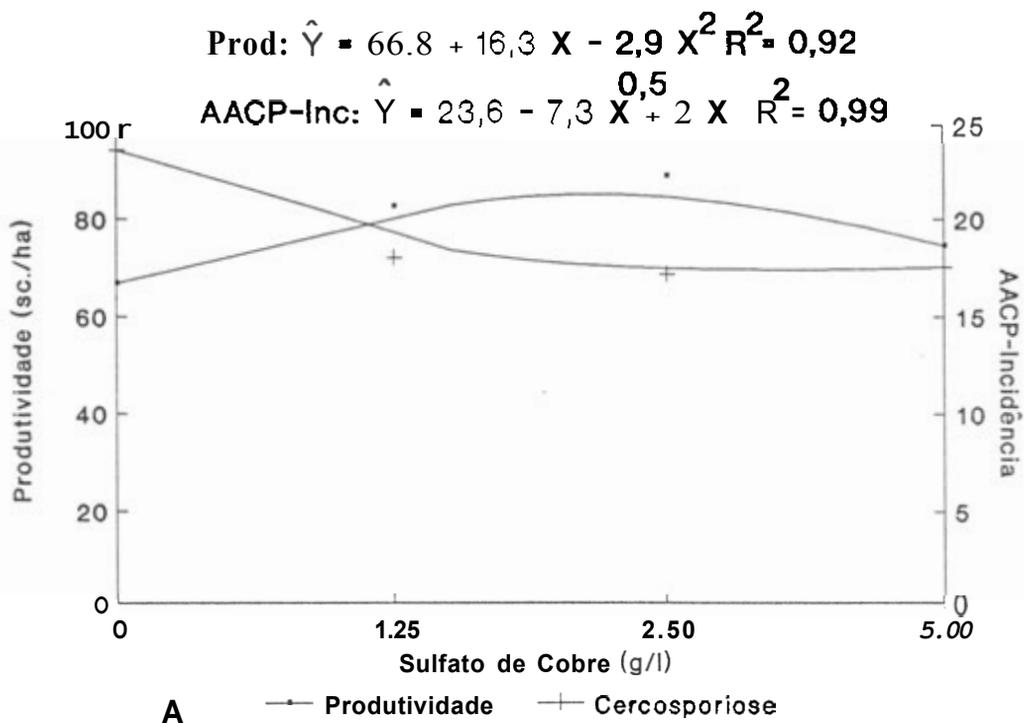
Para os dois anos agrícolas, os incrementos do sulfato de cobre (0,0; 1,25; 2,5; e 5,0 g/l) na CV não influenciaram significativamente a intensidade da ferrugem e do bicho mineiro. No primeiro ano, foi observada uma relação raiz quadrática do efeito do sulfato de cobre sobre a AACP-incidência da cercosporiose, embora tenha sido observada uma

relação linear para número de AACP-lesões/folha (Figura 4). Com base no modelo ajustado, foi determinada a dose ótima de 1,77 g/l de sulfato de cobre na CV, para o controle da cercosporiose.

A produção foi influenciada, significativamente, nas duas safras, pelo incremento do sulfato de cobre. Observou-se, no primeiro ano, uma relação quadrática entre os aumentos do sulfato de cobre e a produção (Figura 4). A maior produção foi observada com 2,76 g/l do sulfato de cobre. No entanto, no segundo ano, a relação obtida foi linear (Figura 5). Os incrementos do sulfato de cobre não exerceram efeito sobre o teor foliar dos elementos Fe, B, P, K, e Ca; mas os teores foliares de Cu, Mn, Zn, N e Mg foram influenciados significativamente. O teor foliar de Cu apresentou relação quadrática, e Mn e Zn apresentaram relação raiz quadrática (Figura 5). Foi estimado que, com 3,75; 1,42; e 0,81 g/l de sulfato de cobre na CV, ocorreram os maiores teores foliares de Cu (42,5 mg/kg), Mn (432,7 mg/kg) e Zn (104,5 mg/kg) respectivamente. O teor foliar do N apresentou relação linear negativa e o de Mg, raiz quadrática (Figura 6).

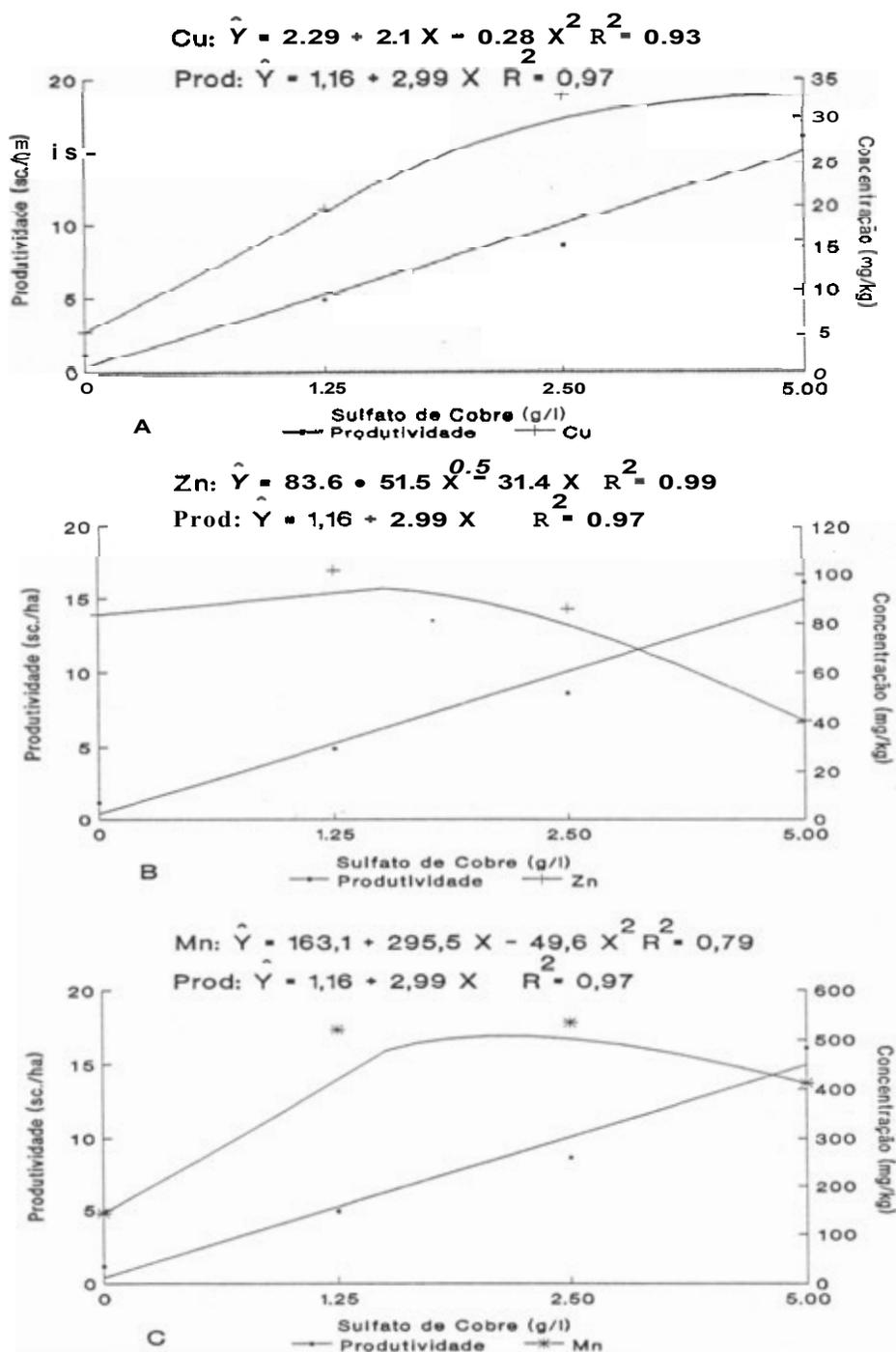
### 3.6. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulverização da Calda Viçosa em Diferentes Concentrações

Foram utilizadas diferentes concentrações da CV, para determinar a dose mais eficiente no controle da ferrugem, da



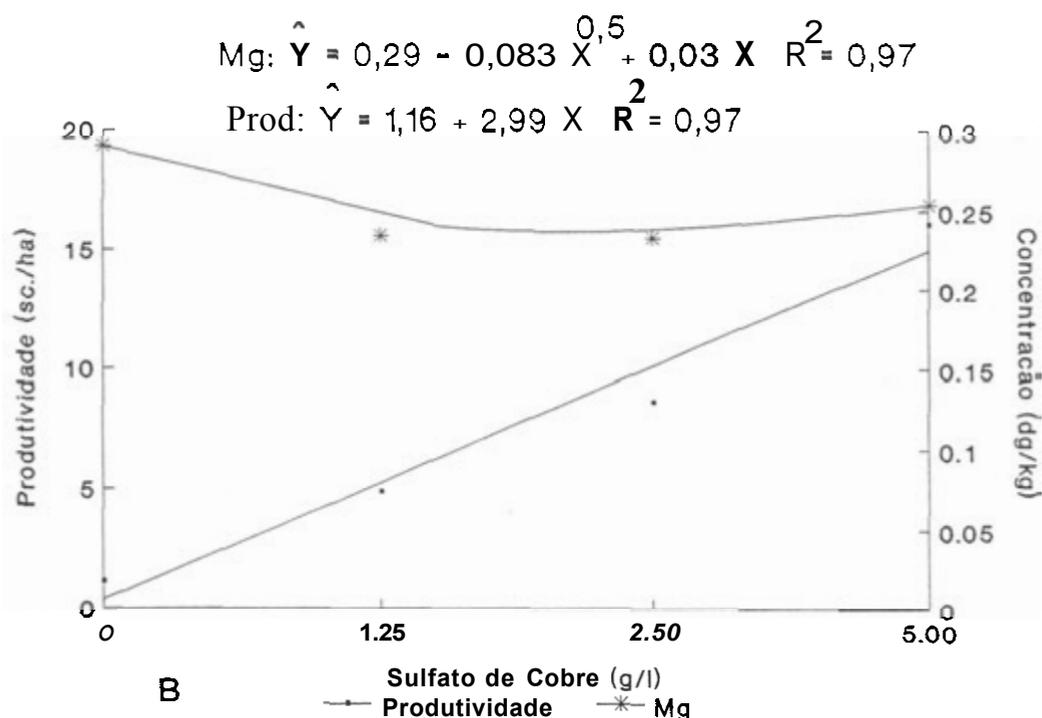
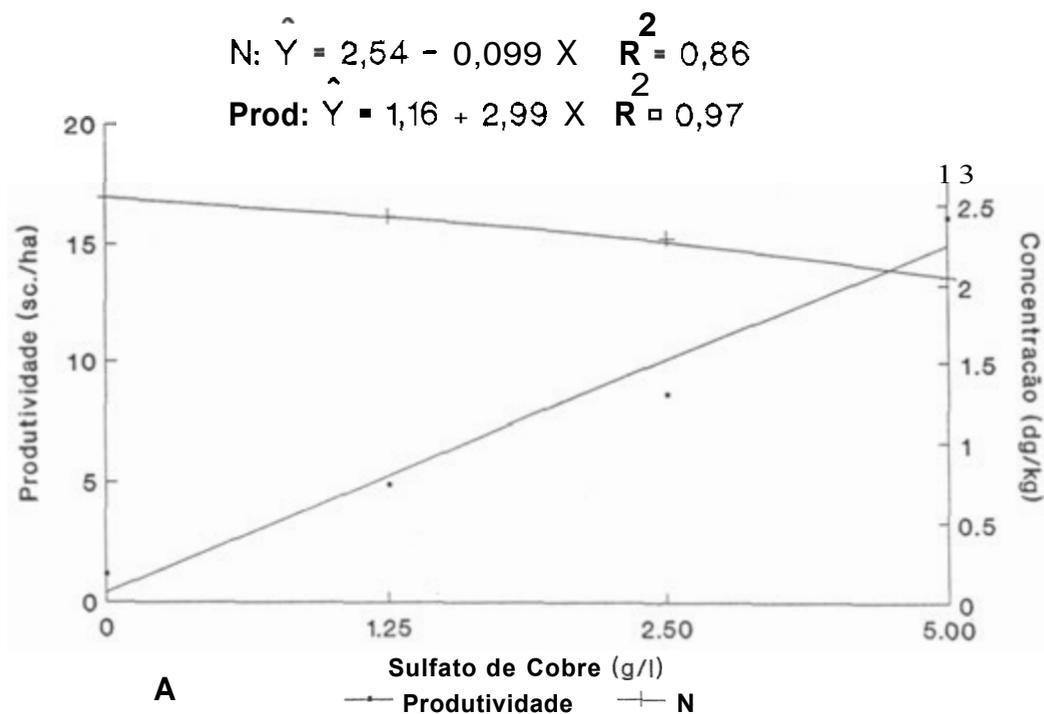
A: AACP-Inc; B: AACP-Lesões por folha.  
 Coeficiente de regressão pelo menos a  $p = 0,025$ .

FIGURA 4 - Produtividade e Intensidade da Cercosporiose Causada por *Cercospora coffeicola* no ano Agrícola 1991-92, em Cafeeiros Pulverizados com Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações do Sulfato de Cobre.



Os dados de Cu foram transformados em raiz ( $X+0,5$ ).  
 Coeficiente de regressão pelo menos  $p = 0,005$ .

FIGURA 5 - Produtividade e Teor Foliar de Cu (A), Zn (B) e Mn (C) de Cafeeiros Pulverizados com Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações do Sulfato de Cobre, no Início da Formação Gema Floral, 90 Dias Após a Colheita de Grãos de 1993.



coeficiente de regressão pelo menos  $p=0,005$  (A) e  $p=0,1$  (B).

**FIGURA 6** - Produtividade e Teor Foliar de N (A) e Mg (B) de Cafeeiros Pulverizados com Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações do Sulfato de Cobre, no Início da Formação Gema Floral, 90 Dias Após da Colheita de Grãos de 1993.

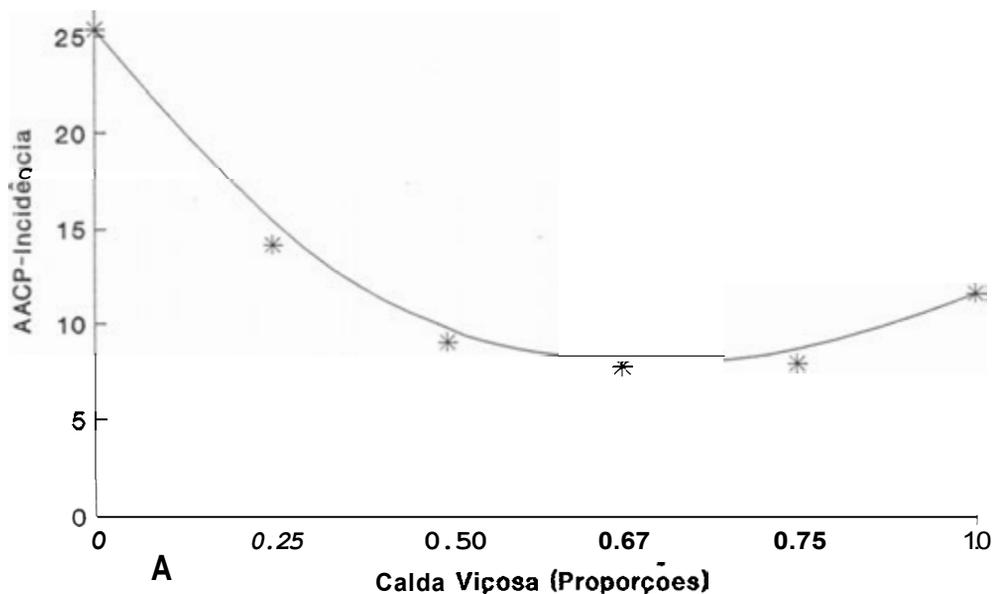
cercosporiose e do bicho mineiro e no incremento dos rendimentos. A composição da CV, recomendada por CRUZ FILHO e CHAVES (1985), foi considerada a concentração máxima e como a unidade (1,0). Posteriormente, foram obtidas proporções de 0,75; 0,50; 0,25; e 0,0 da CV original.

No primeiro ano de estudo, as diferentes concentrações da CV influenciaram significativamente a intensidade da ferrugem e a AACP-incidência da cercosporiose e do bicho mineiro. Observou-se resposta quadrática das variáveis AACP-incidência, AACP-pústulas/folha e AACP-severidade da ferrugem, em função dos incrementos da CV. A maior redução da doença situa-se na proporção de 0,66 a 0,70 da CV original (Figura 7). Na primeira colheita, a produtividade não foi influenciada significativamente pelas diferentes concentrações da CV.

A AACP-incidência da cercosporiose também apresentou resposta quadrática aos incrementos na concentração da CV. A maior redução da doença foi observada na proporção de 0,66 da CV original. A resposta da AACP-incidência do bicho mineiro foi linear positiva (Figura 8).

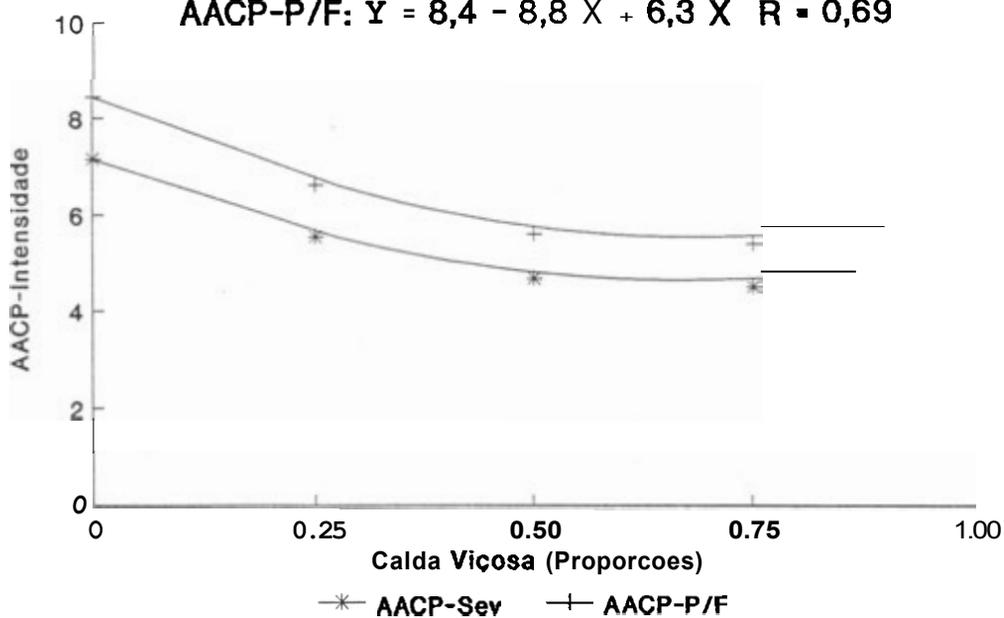
No segundo ano de estudo, não houve efeito das concentrações da CV sobre a intensidade da ferrugem e sobre o bicho mineiro; enquanto a AACP-incidência da cercosporiose apresentou resposta quadrática ao incremento das concentrações da CV, sendo que a maior redução da doença ocorreu na proporção de 0,66 da CV original (Figura 9). A produtividade apresentou uma resposta quadrática, tendo sido obtida a maior produção na proporção de 0,74 da CV original.

$$Y = 25,3 - 51,6 X + 37,8 X^2 \quad R = 0,97$$



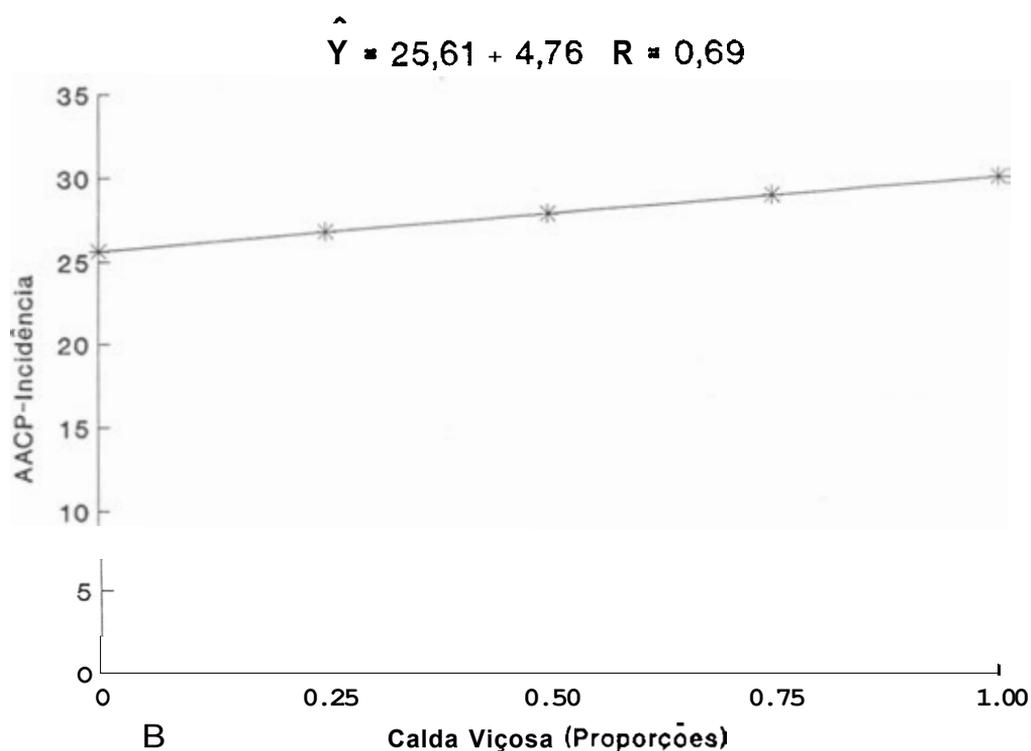
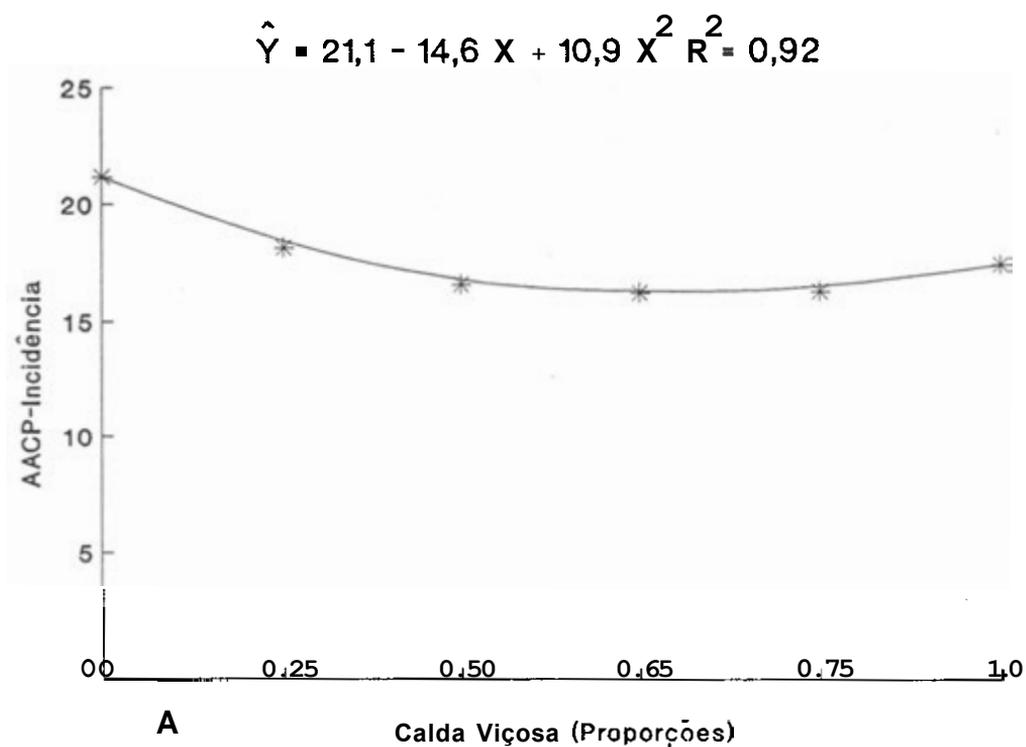
$$\text{AACP-Sev: } \hat{Y} = 7,16 - 7,9 X + 5,9 X^2 \quad R^2 = 0,49$$

$$\text{AACP-P/F: } \hat{Y} = 8,4 - 8,8 X + 6,3 X^2 \quad R^2 = 0,69$$



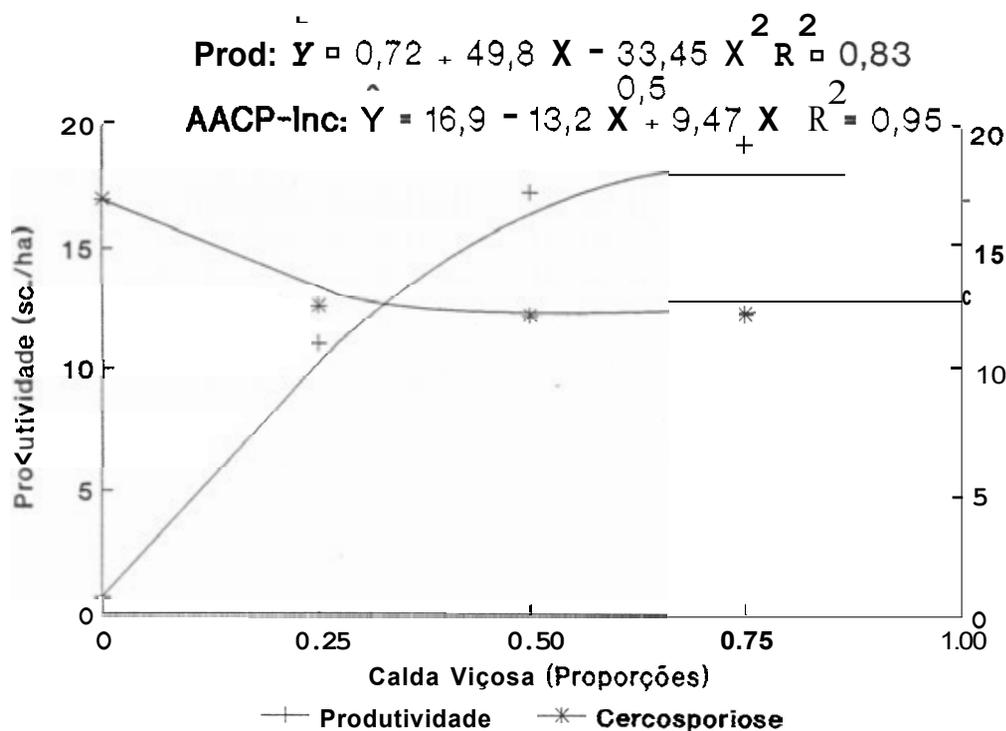
**A: AACP-Inc; B: AACP-Pústulas/Folha e AACP-sev.**  
 Coeficiente de regressão pelo menos  $p = 0,05$ .

**FIGURA 7 - Intensidade da Ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e Produtividade do Cafeeiro no Ano Agrícola 1991-92, em Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Concentrações da Calda Viçosa.**



A: Cercosporiose; B: Bicho Mineiro.  
 Coeficiente de regressão pelo menos a  $p = 0,10$ .

FIGURA 8 - AACP-Incidência da Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), do Bicho Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) e Produtividade do Cafeeiro no Ano Agrícola 1991-92, em Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Concentrações da Calda Viçosa.



coeficiente de Regressão pelo menos a  $p = 0,025$ .

FIGURA 9 - AACP-Incidência da Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e Produtividade no Ano Agrícola 1992-93, em Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Concentrações da Calda Viçosa.

### 3.7. Relação Entre Intensidade da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro e Produção do Cafeeiro

Por meio da análise de correlação, foi verificado que das variáveis que quantificaram a intensidade da ferrugem, apenas a AACP-incidência e a AACP-severidade foram correlacionadas negativamente com a produção, em ambos os anos de estudo (Quadro 14). Os maiores coeficientes de correlação foram observados entre a AACP-incidência ( $r=-0,952$ ) e a AACP-severidade ( $r=-0,891$ ) da ferrugem de 1991-92 e a produção de 1992-93.

QUADRO 14 - Coeficientes de Correlação de Pearson Entre as Variáveis que Quantificaram a Intensidade da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro, Registrados no Ano Agrícola de 1991-92, e a Produção Registrada Durante 1991-92 e 1992-93

Doença e Bicho Mineiro	Produção	
	1991-92	1992-93
Ferrugem:		
AACP-Incidência	-0,868 **	-0,952 ***
AACP-Pústulas/Folha	0,187 ns	0,320 ns
AACP-Severidade	-0,780 **	-0,891 **
Cercosporiose:		
AACP-Incidência	-0,878 **	-0,974 ***
AACP-Lesões/Folha	0,490 ns	0,064 ns
AACP-Severidade	0,666 ns	0,365 ns
Bicho Mineiro:		
AACP-Incidência	0,644 ns	0,857 **
AACP-Lesões/Folha	-0,202 ns	-0,401 ns

ns: Não-significativo; \*\*  $p = 0,05$ ; \*\*\*  $p = 0,01$ .

Das variáveis que quantificaram a intensidade da cercosporiose, apenas a AACP-incidência foi correlacionada negativamente com a produção, nas duas colheitas. Semelhante à ferrugem, a AACP-incidência da cercosporiose ( $r = -0,974$ ), observada no primeiro ano, apresentou maior coeficiente de correlação com a produção do segundo ano. A AACP-incidência do bicho mineiro observada em 1991-92 foi correlacionada positivamente com a produção de 1992-93, foram observados coeficientes de correlação negativos e não-significativos entre o número de AACP-lesões/folha do bicho mineiro e a produção.

Representando a AACP-incidência das doenças e do bicho mineiro, observadas no primeiro ano, e a produtividade

do segundo ano, pode-se observar que **dos** fatores fitossanitários avaliados, a ferrugem, seguida da cercosporiose, foi o que mais influenciou a produtividade do cafeeiro (Figura 10).

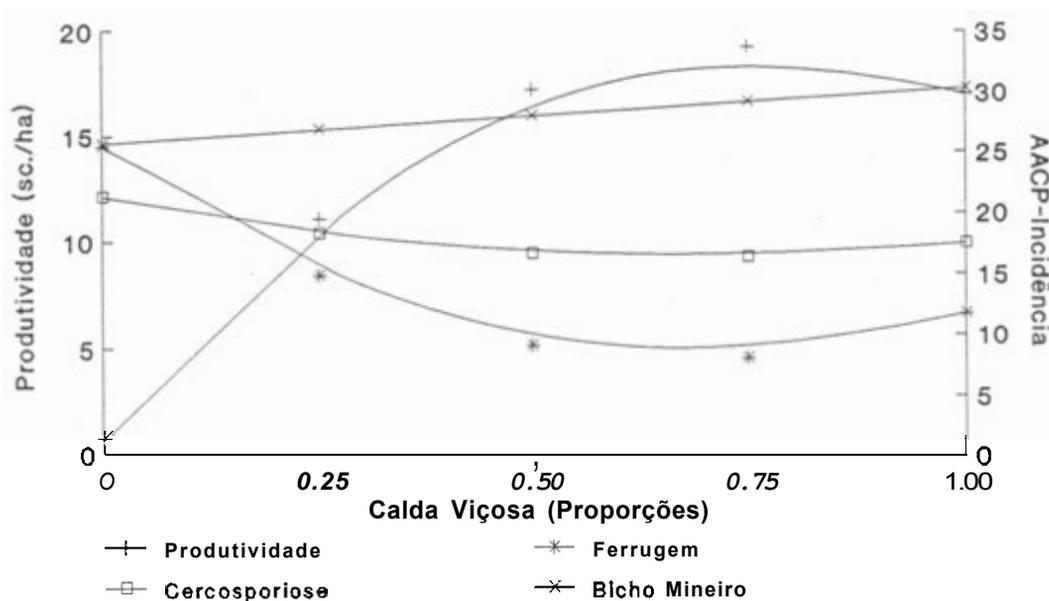
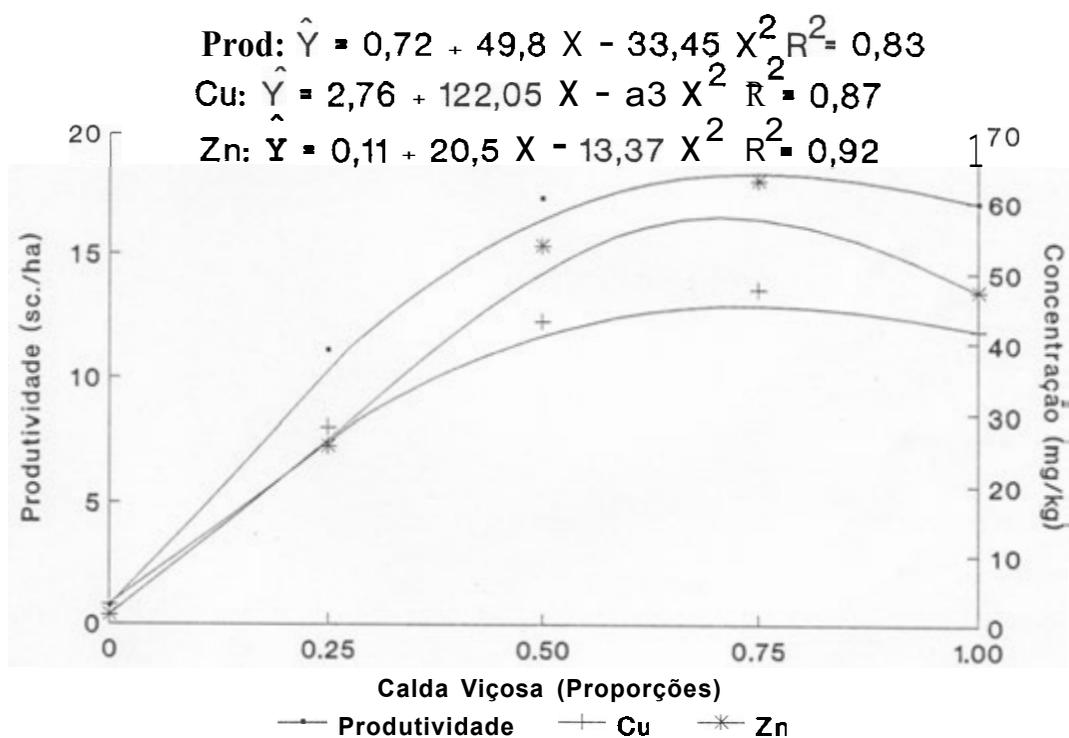


FIGURA 10 - AACP-Incidência da Ferrugem (*Hemileia vastatrix*), da Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e do Bicho Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) Durante o Ano Agrícola 1991-92, e a Produtividade do Ano Agrícola 1992-93 em Cafeeiros Pulverizados por Diferentes Concentrações da Calda Viçosa.

### 3.8. Teores Foliare de Micro e Macro-nutrientes em cafeeiros pulverizados com Calda Viçosa em Diferentes concentrações

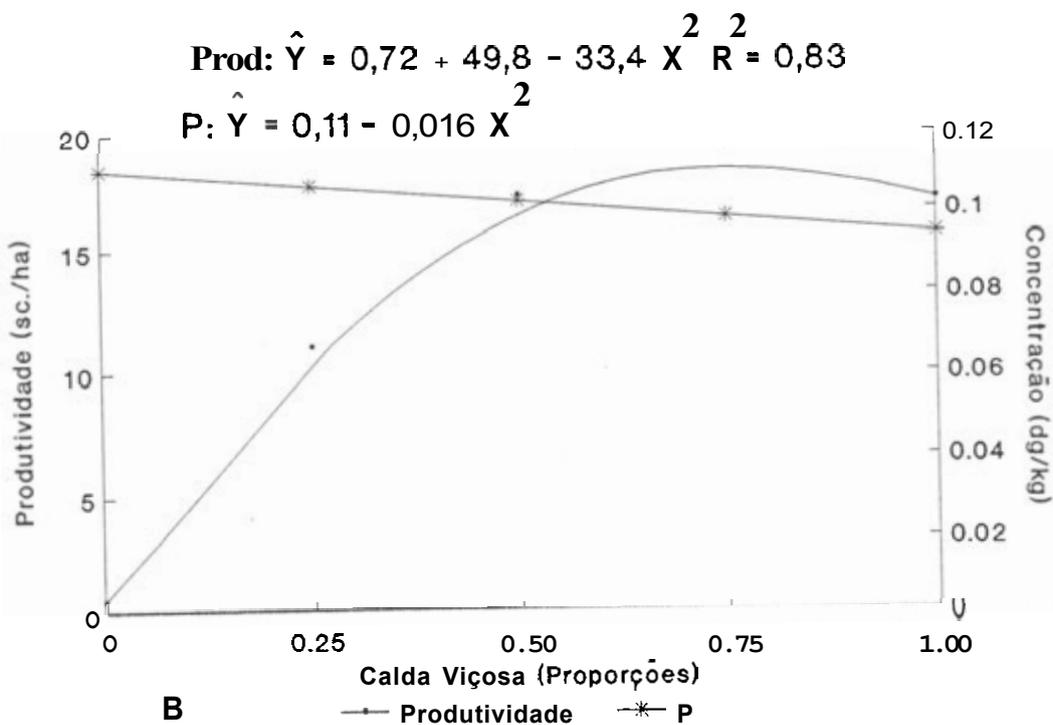
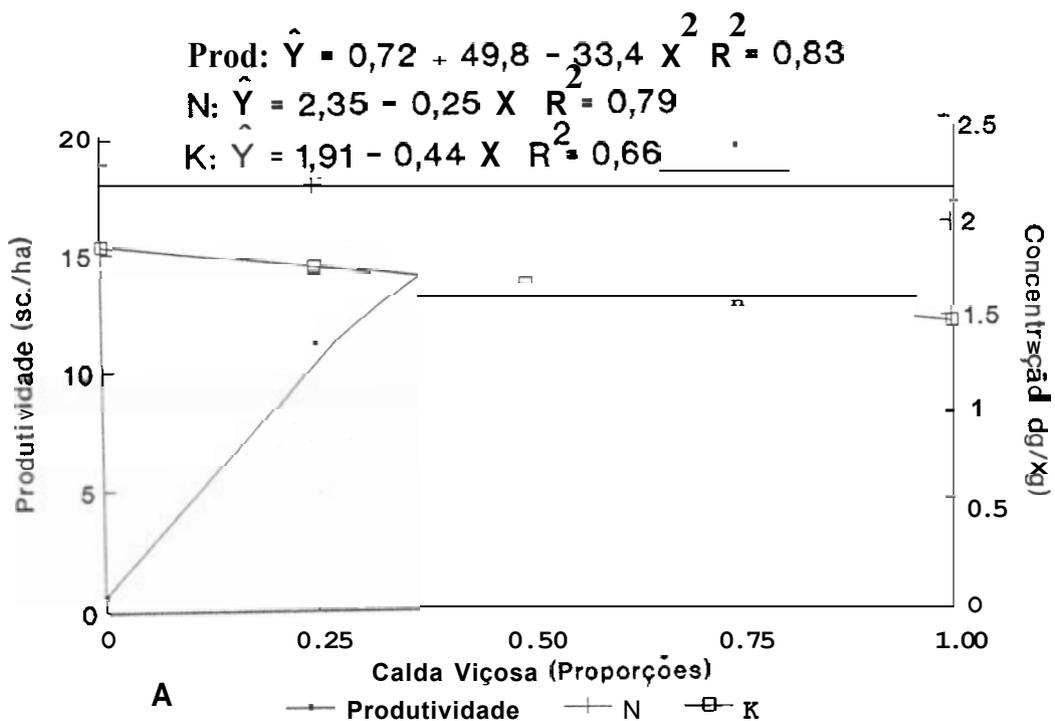
Os teores foliares de Mn, Fe, B, e Mg não foram influenciados significativamente pelo incremento das

concentrações da CV. Entretanto, foi observada uma resposta significativa nos teores dos micronutrientes Cu e Zn e nos teores dos macronutrientes N, P e K. Observou-se resposta quadrática nos teores de Cu e Zn (Figura 11). A dosagem ótima estimada para obter o maior teor do cobre (47,6 mg/kg) foi na proporção de 0,73 da CV original e para zinco (71,6 mg/kg), foi na proporção de 0,76 CV da CV original. Os teores de N, P e K foram inversamente proporcionais aos incrementos nas proporções da CV (Figura 12).



Os dados de Zn foram transformados em raiz ( $X+0,5$ ). Coeficiente de regressão, pelo menos a  $p = 0,025$ .

FIGURA 11 - Teor Foliar de Cu e Zn e Produtividade dos Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Concentrações da Calda Viçosa, no Início da Formação da Gema Floral, 90 Dias Após a Colheita de Grãos de 1993.



Coefficiente de regressão pelo menos a  $p = 0,025$ .

FIGURA 12 - Teor Foliar de N, K (A) e P (B) e Produtividade dos Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Concentrações da Calda Viçosa, no Início da Formação da Gema Floral, 90 Dias Após da Colheita de Grãos de 1993.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, com Diferentes Formulações da Calda Viçosa

Em geral, no ano agrícola 1991-92, a intensidade das doenças e a produção foram maiores quando comparadas com as do ano agrícola 1992-93. Os resultados sobre a intensidade da ferrugem e da cercosporiose, observados no segundo ano, foram altamente influenciados pela carga pendente. SILVA ACUÑA (1985) e ZAMBOLIM et al. (1992b) relataram que a intensidade da ferrugem está associada positivamente à carga pendente. É provável, portanto, que **os** resultados do efeito dos tratamentos sobre as doenças tenham sido mais importantes no ano agrícola 1991-92, pela alta produção registrada.

No controle da ferrugem, o tratamento com CV, quando comparado à testemunha, reduziu a AACP-incidência da doença no primeiro ano e aumentou a produtividade apenas na segunda colheita. Os efeitos benéficos da CV na proteção de plantas

foram relatados não somente para café (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985; ZAMBOLIM et al., 1990a; LUZ et al., 1992), mas também para tomate (BOFF, 1989; ZAMBOLIM et al., 1990b).

Em geral, a ausência de um dos componentes da CV (inclusive o sulfato de cobre) não alterou seu efeito de proteção às folhas do cafeeiro, no que concerne ao controle da ferrugem. Estes resultados sugerem duas possibilidades: a) o desbalanço nutricional da planta, provocado pela aplicação da CV (-Cu), não permitiu o desenvolvimento da ferrugem, pelo fato de o seu agente causal, **H. vastatrix**, ser um parasita obrigatório e b) os outros componentes da CV, além do sulfato de cobre, estariam exercendo controle sobre a doença. CRUZ FILHO e CHAVES (1985) observaram, em condições de laboratório, que todos os componentes da CV reduzem a germinação de uredosporos da **H. vastatrix**. Na literatura, existem diversos exemplos do uso de alguns dos componentes da CV no controle de doenças. Por exemplo, Feldman e Caroselli (1951), citados por WAIN e CARTER (1972), encontraram que o produto "Carolate", que é uma mistura de cal, magnésio, uréia e ácido salicílico, controlou a doença "Dutch elm disease"; enquanto Gigante (1935), citado por WAIN e CARTER (1972), relata que compostos de boro incrementaram a resistência de plantas de trigo ao ataque da ferrugem, causada por **Puccinia striiformis** e **P. recondita**.

Em relação ao controle da cercosporiose, a CV e suas modificações apresentaram pouca eficiência, já que o melhor tratamento apresentou 38,69% de controle. Estes resultados diferem dos obtidos por CRUZ FILHO e CHAVES (1985), que observaram controle acima de 80% da cercosporiose, com a

aplicação da CV. É possível que os resultados deste estudo tenham ocorrido em razão de os fatores epidemiológicos que favorecem o desenvolvimento da cercosporiose serem relativamente diferentes dos da ferrugem. LOPEZ e FERNANDEZ (1969) observaram, em lavouras de café cv Bourbon, uma produção de conídios de **Cercospora coffeicola**, durante todo o ano; enquanto ALVAREZ (1990) relata que nas condições da Nicarágua, a maior incidência da cercosporiose foi observada três meses antes da maior incidência da ferrugem. O esquema de aplicações utilizado neste estudo visou o controle da ferrugem, de maneira que na época da primeira aplicação a incidência da cercosporiose estava acima de 10%. Conseqüentemente, o efeito protetor da CV e de suas modificações no controle da cercosporiose não apresentou os resultados esperados.

Dos componentes da CV, aparentemente, só o sulfato de cobre tem efeito sobre a cercosporiose; isto foi reforçado quando se observou que a menor incidência da doença ocorreu no tratamento em que o sulfato de zinco da CV foi eliminado. De acordo com TOMONO et al. (1982), o  $Zn^{2+}$  inibe competitivamente a fungitoxicidade do  $Cu^{2+}$ .

Os resultados obtidos em relação ao bicho mineiro são diferentes dos observados por CRUZ FILHO e CHAVES (1985), que relataram haver a CV reduzido a incidência dessa praga. Entretanto, esses resultados coincidem com os observados por pesquisadores brasileiros e africanos, que associaram o uso de produtos à base de cobre e outros fungicidas em cafeeiros ao aumento das populações de **Perileuoptera coffeella**, em virtude do efeito tônico do cobre em café,

aumentando a longevidade das folhas (SOUZA e REIS, 1992). De acordo com NUNES (1986), as aplicações de fungicidas cúpricos incrementam a retenção foliar; isto pode conduzir ao incremento do bicho mineiro, que prefere atacar folhas velhas (BARDNER, 1978).

Os resultados deste estudo evidenciaram que apesar da alta intensidade do bicho mineiro, acima dos níveis críticos estabelecidos por SOUZA e REIS (1992), o uso da CV e, ou, suas modificações poderiam suprir a necessidade do uso de inseticidas no controle químico da praga. Esses resultados coincidem com o sugerido por CRUZ FILHO e CHAVES (1985), que não recomendam inseticidas no controle do bicho mineiro.

Os tratamentos com CV, sem sulfato de zinco e sem sulfato de magnésio, apresentaram maior produtividade na segunda colheita. Os resultados sugerem que esses componentes, na atual composição da CV, estariam exercendo efeitos negativos sobre a absorção ou o balanço de nutrientes na folha e, conseqüentemente, afetando a produção.

A eliminação do sulfato de cobre da CV causou uma queda drástica da produção, apresentando inclusive menor produtividade que a testemunha (-CV). Este resultado não foi associado à intensidade da ferrugem, da cercosporiose e, ou, bicho mineiro. É possível que tenha ocorrido fitotoxidez, em virtude do desbalanço nutricional, o qual será discutido posteriormente. Os resultados indicam que o sulfato de cobre não pode ser retirado da CV, por ser o elemento essencial na sua composição, em razão de seu efeito nutricional e fungicida. Além do efeito fungitóxico direto sobre a célula fúngica, o cobre exerce um papel importante

na resistência às doenças, pela sua função na produção de barreiras mecânicas (lignina) e pela supressão do crescimento fúngico, por favorecer a formação de substâncias derivadas da melanina, que atuam como fitoalexinas (ROMHELD e MARSCHNER, 1991)

A eliminação do boro da CV não resultou em diferenças sobre o controle da ferrugem e da cercosporiose, nem sobre a produção. CARVALHO et al. (1993) não encontraram correlação entre os teores foliares de boro e a incidência da ferrugem.

A adição de KCl na CV foi mais importante na ausência da uréia. É provável que a uréia promova maior transpiração da planta, o que, sob determinadas condições, especialmente de estresse hídrico, pode exercer um efeito negativo (SEGURAMONGE, 1989). Esse fenômeno poderia causar maior suscetibilidade do cafeeiro ao ataque da ferrugem e, conseqüentemente, reduzir a produção. De acordo com AGRIOS (1988), doenças como as ferrugens destroem uma considerável porção da cutícula e da epiderme, resultando em perdas significativas de água nas áreas afetadas.

As variações observadas na produção, entre os tratamentos referentes à ausência de componente vs. a CV, não são explicadas pelas variações da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro. Portanto, os resultados indicam a conveniência de eliminar pelo menos um dos componentes da CV. Aparentemente, os resultados evidenciam que a pulverização da CV na ausência de um dos componentes só tem efeitos sobre o estado nutricional do cafeeiro, o que é refletido na produção.

#### 4.2. Interação do Sulfato de Zinco, do Sulfato de Magnésio e do Ácido Bórico com a Ação Fungicida do sulfato de Cobre

O efeito de um fungicida sobre os fitopatógenos pode ser influenciado pelos componentes químicos que são misturados ao fungicida ou que estão naturalmente presentes no ambiente do patógeno, podendo resultar em efeito sinérgico, antagonista ou aditivo. A interação é denominada sinérgica quando o efeito do fungicida é incrementado e antagônica, quando o efeito fungicida é reduzido (DIK et al., 1991). Quando a fungitoxicidade não é modificada, a interação dos químicos é denominada aditiva ou adicional (TAMMES, 1964).

Os componentes sulfato de zinco, sulfato de magnésio e ácido bórico comportaram-se como antagonistas ao efeito do sulfato de cobre, no controle da ferrugem do cafeeiro. Resultados similares aos deste estudo foram obtidos por TOMONO et al. (1982), que encontraram efeito inibitório dos íons Zn, Mg e Ca à fungitoxicidade do cobre, no controle de *Diaporthe citri*. De acordo com esses autores, o efeito inibitório não foi associado à quantidade de Cu absorvido no citoplasma dos conídios do fungo.

O sulfato de magnésio, em duas concentrações (4 e 8 g/l), e o ácido bórico estabeleceram uma interação sinérgica com o sulfato de cobre, no controle da cercosporiose. Estes resultados devem ser interpretados com cautela, pelo fato de o controle exercido pelos tratamentos sobre a doença ter sido relativamente baixo. Além disto, DIK et al. (1991) relatam que o método de Colby (COLBY, 1967)

apresenta a tendência de encontrar sinergismo, ao contrário dos outros métodos. Para estudos mais detalhados da influência desses componentes no efeito fungicida do sulfato de cobre na CV, é preferível usar a comparação da ED<sub>50</sub>; entretanto, o método de Colby (COLBY, 1967) é útil quando o número de tratamentos é pequeno, tornando difícil calcular as curvas de dose-resposta (DIK et al, 1991).

#### 4.3. Teores Foliáres de Micro e Macro-Nutrientes de Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Formulações da Calda Viçosa

Os tratamentos CV na ausência do sulfato de cobre [CV(-Cu)] e a testemunha apresentaram teores foliares abaixo do nível crítico de 10 mg/kg de Cu, estabelecido para a cultura do cafeeiro (MALAVOLTA, 1980); os outros tratamentos apresentaram valores superiores. Os teores foliares de manganês, em todos os tratamentos, foram superiores aos níveis críticos de 50 mg/kg (TRANI et al., 1983) e de 100 mg/kg (MALAVOLTA, 1980). Os teores foliares de Fe, em todos os tratamentos foram inferiores aos níveis críticos de 70 mg/kg (TRANI et al., 1983) e de 100 mg/kg (MALAVOLTA, 1980). Os tratamentos sem aplicação de CV e CV(-Zn) apresentaram teores foliares de Zn abaixo dos níveis críticos de 10 mg/kg (TRANI et al., 1983) e 15 mg/kg (MALAVOLTA, 1980); os demais estiveram acima. O teor foliar de B, apenas no tratamento com CV, apresentou valores inferiores ao nível crítico de 60 mg/kg, estabelecido por MALAVOLTA (1980) na cultura do cafeeiro; os demais estiveram acima.

Entretanto, de acordo com **TRANI et al. (1983)**, todos **os** tratamentos apresentaram valores acima do nível crítico de **40 mg/kg** de boro, estabelecido por esses autores.

Os teores foliares dos macronutrientes **N**, **P** e **Ca** estiveram abaixo dos níveis críticos estabelecidos por **MALAVOLTA (1980)** e **TRANI et al. (1983)**. O teor foliar de **K** apresentou valores inferiores ao nível crítico de **2,0 dg/kg**, estabelecido por **MALAVOLTA (1980)**; **os** demais estiveram acima. Entretanto, **os** tratamentos CV sem cobre [CV(-Cu)] e sem boro [CV(-B)] e a testemunha (CV) apresentaram valores acima do nível crítico de **1,8 dg/kg** de potássio, estabelecido por **TRANI et al., (1983)**. O teor foliar de Mg apresentou valores inferiores ao nível crítico de **0,4 dg/kg**, estabelecido por **MALAVOLTA (1980)**. O tratamento CV+KCl apresentou valor superior ao nível crítico de **0,35 dg/kg** de Mg, estabelecido **TRANI et al. (1983)**.

Em geral, os baixos teores foliares dos macronutrientes observados neste estudo, possivelmente, tenham ocorrido em virtude da época em que foram colhidas as amostras foliares, aproximadamente três meses após a colheita dos grãos. Esta época coincidiu com um período seco prolongado. **BUENO (1975)** observou, em condições da Zona da Mata de Minas Gerais, que **os** menores teores de **P**, **K**, **Ca** e do **B** ocorreram em períodos secos. **CIETTO (1988)** relata que, em plantas de Catuaí Vermelho em produção, a maior quantidade de matéria seca e nutrientes é acumulada nos frutos.

**Dos** nutrientes avaliados nas folhas, somente **os** teores de **Cu**, **Zn**, **N**, **P**, e **K** foram influenciados pelo tratamento com CV, quando comparado com a testemunha (-CV).

Apenas **os** teores de Cu e Zn foram incrementados. Estes resultados diferem dos observados por CRUZ FILHO e CHAVES (1985), que, além do Cu e Zn, relataram o suprimento adicional de B, Mg e N com aplicações da CV.

FREIRE et al. (1984) e FÁVARO (1992) encontraram interações antagonistas entre Cu e Zn. Este fato sugere que o Zn seja aplicado na ausência do Cu, ou, então, que sua concentração seja aumentada, além das quantidades recomendadas, quando for aplicado em conjunto com o cobre (FREIRE et al., 1984). Aparentemente, esse princípio foi aplicado na formulação da CV, já que a concentração de Zn foi aumentada em 1,2 vez, em comparação à concentração do Cu. Apesar disto, **os** resultados revelaram que existe uma interação antagonista entre o cobre e o zinco na CV.

A queda drástica na produção, observada no segundo ano agrícola no tratamento em que foi eliminado o sulfato de cobre da CV [CV(-Cu)], não foi associada à intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, nem ao pH da calda, mas pode ser explicada pelo desbalanço nutricional, principalmente pelo baixo teor foliar de Cu (5,7 mg/kg), associado ao elevado teor foliar de Zn (82,3 mg/kg). FÁVARO (1992) observou que teores foliares fora da faixa de 20-30 mg/kg de zinco reduziam a área foliar acumulada e associou a maior produção de cafeeiros do CV Catuaí Vermelho com **os** teores de 20 mg/kg de zinco. **No** entanto, **os** resultados obtidos neste estudo evidenciam que uma produtividade de 28,6 e 23,6 sacas/ha, razoável para um ano de baixa produção, foi obtida em plantas que apresentavam teores foliares de 6,1 e 127,3 mg/kg de zinco, respectivamente.

LIMA FILHO (1991), citando a Grilho e Silva (1985), relata que níveis superiores a 128 mg/kg de Zn causaram redução na produção de matéria seca de mudas de cafeeiro. Os resultados obtidos neste estudo sugerem que a fitotoxicidade observada no tratamento CV(-Cu) não pode ser atribuída isoladamente ao teor do zinco, mais pode estar associada a outros nutrientes, especialmente ao baixo teor foliar de cobre.

A relação entre o Zn e o B mostrou ser antagonista. Estes resultados comprovam o observado por POVOA (1978) e FREIRE et al. (1984), que observaram uma interação antagonista entre esses nutrientes. ABRAHÃO (1991) relata que aplicações foliares de boro a 0,3% reduziu os teores foliares de Zn. A interação antagonista existente entre os componentes da CV foi reduzida quando se adicionou KCl à CV. A redução do efeito antagonista do Cu com o Zn, na presença do KCl, já havia sido observada por FÁVARO (1992). Este autor observou uma redução de antagonismo entre Cu e Zn, pela adição de KCl a uma solução de oxiclreto de cobre, sulfato de zinco e ácido bórico.

O incremento significativo do teor foliar do boro com a adição de KCl à CV pode ser em razão de um efeito indireto, decorrente do aumento de movimento de potássio nas células das folhas do cafeeiro. O boro é fortemente complexado nas paredes celulares, onde tem, entre outras, a função de regular o transporte de potássio no interior das células-guardas, para a abertura estomatal (RÖMHELD e MARSCHNER, 1991).

O aumento significativo do teor foliar do boro no tratamento CV sem boro {CV(-B)} é um comportamento difícil

de explicar. Nesse tratamento, foram encontrados **os** maiores teores foliares de Cu (**119,4** mg/kg) e Zn (127,3 mg/kg), portanto, é possível que além do potássio (RÖMHELD e MARSCHNER, 1991), o boro também tenha a função de regular o transporte de outros cátions, como Cu e Zn. Por esta razão, possivelmente o cafeeiro absorveu maior quantidade de boro do solo, para evitar que **os** teores de Cu e Zn atingissem níveis tóxicos na planta.

O incremento do teor foliar de boro no tratamento CV+KCl não favoreceu o incremento da produtividade da segunda colheita. Portanto, pode-se afirmar que não ocorreu resposta do cafeeiro à aplicação do ácido bórico dentro da composição da CV. Além disto, FREIRE et al. (1984) sugerem aplicar esse elemento via **solo**, tendo como fonte o bórax, em virtude da baixa mobilidade do boro na planta. CRUZ FILHO e CHAVES (1985) consideraram a possibilidade da eliminação do ácido bórico da CV e de aplicá-lo via **solo**.

Quando foram observados incrementos foliares de Cu e Zn, **os** teores de N foram reduzidos. LIMA FILHO (1991) observou que quando ocorrem incrementos do teor foliar do Zn, **os** teores de N **são** reduzidos, o que coincide com esses resultados. **Os** resultados obtidos neste estudo sugerem que incrementos do teor foliar de Cu e Zn estariam relacionados com o incremento na produtividade do cafeeiro. É possível que o N, pelo fato de ser um nutriente móvel, tenha sido translocado para **os** órgãos florais em formação, determinando que as plantas com maior potencial de produção apresentassem menor teor foliar de nitrogênio na época posterior à colheita, fato também observado por SILVA-AQUINA et al. (1992).

A adição de KCl, tanto na ausência como na presença de uréia, não aumentou, significativamente, o teor foliar de Zn. Estes resultados diferem dos observados por GARCIA et al. (1980) e FÁVARO (1992), que observaram maior absorção de Zn, na presença de KCl, em cafeeiros produtivos do cv Catuaí Vermelho. Provavelmente, esta diferença ocorra em virtude das diferentes fontes de Cu, ou da presença de outros componentes e das maiores doses utilizadas na CV. Também poderia ocorrer em virtude do pH alcalino da CV ( $10 < \text{pH} < 12,7$ ); em pH elevado, a precipitação de compostos específicos de zinco pode explicar a diminuição da disponibilidade desse nutriente (MORAGHAN e MASCAGNI, 1991).

Os teores foliares de K não foram influenciados pela adição de KCl, com e sem uréia; estes resultados são diferentes dos observados por SEGURA MONGE (1989). Talvez, esse comportamento decorra do fato de as amostras foliares terem sido lavadas em água corrente e imersas, por 5 minutos, em água destilada, sendo que, conseqüentemente, poderiam ter ocorrido perdas do K, uma vez que este é um nutriente altamente solúvel (JONES JR., 1991).

Os resultados deste trabalho indicam que a uréia pode ser retirada da CV, sem maiores conseqüências. Franco (1982), citado por CRUZ FILHO e CHAVES (1985), recomenda a adição de uréia, de 0,5 a 1% na suspensão, em razão do aumento na absorção de Zn e B. No entanto, em estudos recentes, FÁVARO (1992) não observou efeito antagônico, nem sinérgico, na absorção do Zn, quando a uréia foi adicionada a uma solução que continha fontes de Zn, Cu e B. De acordo com SEGURA MONGE (1989), as aplicações de uréia,

sob determinadas condições, pode causar efeitos negativos em plantas de cafeeiro. Além disto, em estudos em casa de vegetação, não foi observada resposta no crescimento de mudas de Catuaí Vermelho às aplicações da uréia, como componente da CV, na presença do KCl (UBEDA-HERRERA et al., não-publicado). Diante destes fatos, conclui-se que a uréia deve ser eliminada e substituída vantajosamente pelo KCl na composição da CV, recomendada por CRUZ **FILHO** e CHAVES (1985).

Os resultados obtidos indicam que o efeito da CV sobre a produtividade é incrementado, quando um dos componentes é eliminado. Estes resultados conduzem à eliminação do sulfato de zinco, do sulfato de magnésio ou do ácido bórico da CV; embora esta situação seja revertida pela adição de KCl à CV, na ausência da uréia. Em virtude da importância nutricional do Zn e do B para o cafeeiro, deve ser incorporado o KCl à composição da CV, recomendada por CRUZ **FILHO** e CHAVES (1985). É possível que o efeito do KCl diminua o efeito antagonista exercido pelo Cu, na absorção foliar do Zn (FÁVARO, 1992). Além disto, em outros tipos de solo, como os solos sob cerrado, essa situação poderia ser invertida, pois o zinco e o boro são elementos essenciais ao cafeeiro.

#### **4.4. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulverização da Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações do Sulfato de Magnésio**

Os resultados obtidos indicam que as doses crescentes de sulfato de magnésio na composição da CV não influenciaram

significativamente a intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro. Entretanto, CRUZ FILHO e CHAVES (1985), em condições de laboratório, verificaram que esse componente reduzia a germinação de uredosporos da ferrugem. Em Condições de campo, é possível que esse efeito dentro da composição da CV seja mascarado pelos demais componentes, principalmente pelo sulfato de cobre.

A redução na produção, observada nas maiores concentrações do sulfato de magnésio, pode ser explicada pelo efeito antagônico exercido por esse componente, na absorção foliar de Cu e Zn. Além disto, o sulfato de magnésio foi antagonista ao efeito fungicida do sulfato de cobre, no controle da ferrugem.

Observou-se uma resposta linear positiva do teor foliar de Mg, em função dos incrementos do sulfato de magnésio na CV. Estes resultados coincidem com CRUZ FILHO e CHAVES (1985), que indicaram suprimento adicional de Mg, com o emprego da CV. O uso do sulfato de magnésio na CV, em concentrações maiores que 1,14 g/l, provoca interferência na absorção de Cu e Zn. No entanto, abaixo desse valor, ocorreu o fenômeno inverso, tendo sido registrados aumentos nas concentrações de Zn e Cu; por este fato, possivelmente tenha sido detectado sinergismo do sulfato de magnésio, por meio do método de Colby (COLBY, 1967), à ação fungicida do sulfato de cobre, no controle da cercosporiose. Portanto, concentrações maiores que 1,14 g/l de sulfato de magnésio não devem ser utilizadas na composição da CV recomendada por CRUZ FILHO e CHAVES (1985).

#### 4.5. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulverização da Calda Viçosa Preparada com Diferentes Concentrações de Sulfato de cobre

Os incrementos do sulfato de cobre na CV não tiveram efeitos no controle da ferrugem. Estes resultados demonstram que, além do cobre, existem outros componentes que poderiam exercer controle da doença, tendo sido verificado o relatado por CRUZ FILHO e CHAVES (1985). Estes autores observaram, em condições de laboratório, que os componentes da CV, sulfato de magnésio, sulfato de zinco, ácido bórico, uréia e cal hidratada, reduziam a germinação dos uredosporos de *H. vastatrix*. Neste estudo, foi constatado que, em condições de campo, o sulfato de magnésio não reduziu a intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro. A incidência da podridão parda da tangerina, causada por *Phytophthora nicotianae*, caiu de 99 para 6%, quando o fruto foi tratado com calda bordalesa (1%), adicionada do sulfato de zinco (0,5%); parte deste efeito foi atribuído ao Zn. Este elemento reduz a severidade da doença, em virtude do seu efeito tóxico direto sobre o patógeno, mais do que por meio do metabolismo da planta (GRAHAM e WEBB, 1991). Por outro lado, MATHUR e BHATNAGAR (1990) encontraram que o Zn e o B foram mais efetivos que o Fe e o Cu no controle da "stripe disease" do centeio, causada por *Helminthosporium gramineum*; entretanto, os maiores rendimentos foram obtidos com o cobre.

o sulfato de cobre foi o único componente da CV que reduziu a intensidade da cercosporiose. o incremento de sulfato de cobre na CV estabeleceu duas relações com a produção. No primeiro ano, foi observada uma relação quadrática e no segundo, uma relação linear. Provavelmente, isto tenha ocorrido em razão de no segundo ano não ter havido uma queda drástica da produtividade no tratamento sem sulfato de cobre, o que causa linearização do efeito.

#### 4.6. Controle da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro do Cafeeiro, pela Pulverização de Diferentes Concentrações da Calda Viçosa

Os resultados evidenciam que a concentração mais eficiente da CV, na redução da intensidade da ferrugem e da AACP-incidência de cercosporiose, situa-se na proporção de 0,66-0,70 da CV original. Provavelmente, este resultado tenha ocorrido em razão de, nessa concentração, o antagonismo detectado entre os componentes da CV, por meio do método de Colby (COLBY, 1967), ter sido reduzido. A maior produção foi obtida na proporção de 0,74% da CV original, um pouco acima da concentração ótima no controle das doenças; isto pode ser em razão do balanço do efeito fungicida e nutricional obtido nessa concentração.

Com o incremento das concentrações da CV, ocorreu um incremento linear positivo do bicho mineiro, o que coincide com os resultados de SOUZA e REIS (1992). Estes autores indicam que o uso de fungicidas, especialmente à base de cobre, no controle da ferrugem incrementa a incidência do

bicho mineiro, em virtude do aumento da longevidade da folha, pelo efeito tônico proporcionado pelo cobre.

#### **4.7. Relação entre a Intensidade da Ferrugem, da Cercosporiose e do Bicho Mineiro com a Produção do Cafeeiro**

As variáveis AACP-incidência e AACP-severidade da ferrugem observada em 1991-92 apresentaram coeficientes de correlação negativos e significativos com a produção de 1991-92 e 1992-93. JARAMILLO (1988) apenas encontrou correlação negativa e significativa entre as incidências máxima e média da ferrugem registrada em 1985-86 e a produção de 1986-87. CHALFOUN (1981) também observou resultados semelhantes e concluiu que os danos da ferrugem seriam evidenciados principalmente sobre a produção do ano posterior.

Diferentemente dos resultados de CHALFOUN (1981) e JARAMILLO (1988), nas condições deste estudo foram obtidos coeficientes de correlação negativos significativos entre a intensidade da ferrugem e a produção do primeiro ano. A discrepância dos resultados observados sobre o efeito da ferrugem no primeiro ano pode ser explicada pelo fato de JARAMILLO (1988) ter utilizado incidências máxima e média, enquanto neste estudo foram utilizados valores de AACP-incidência. Os resultados obtidos confirmam o relatado por KRANZ (1974), de que o componente AACP da doença é o que melhor descreve o comportamento de uma doença e o seu efeito sobre o hospedeiro.

A AACCP-incidência da cercosporiose registrada em 1991-92 mostrou coeficientes de correlação negativos e significativos com a produção de 1991-92 e 1992-93. Estes resultados indicam que a doença merece atenção, por ser um fator que está influenciando significativamente a produção. Estudos sobre a cercosporiose, em nível de campo, **são** escassos, pelo fato de sua importância econômica ter sido reconhecida principalmente na fase de viveiro. Por outro lado, considera-se que **os** esquemas de aplicações, visando o controle da ferrugem, também controlariam a cercosporiose. **No** entanto, **os** resultados obtidos mostram a necessidade de se fazerem estudos epidemiológicos e de controle da cercosporiose, em nível de campo.

A AACCP-incidência do bicho mineiro registrada em 1991-92 foi correlacionada positiva e significativamente apenas com a produção obtida em 1992-93; entretanto o número de AACCP-lesões/folha apresentou correlação negativa não-significativa com as duas colheitas. A correlação positiva entre a AACCP-incidência do bicho mineiro e a produção se deve ao fato de a praga ter sido incrementada com o aumento das concentrações da CV.

Apesar de **os** valores de intensidade da praga terem sido superiores aos níveis críticos estabelecidos por **SOUZA** e **REIS** (1992), **os** resultados obtidos mostram que o bicho mineiro não influencia negativamente a produção. Isto pode ter ocorrido em razão de não terem sido registrados **os** picos de maior incidência do bicho mineiro, no período em que foram realizadas as amostragens do ataque da praga (dezembro a maio). **SOUZA** e **REIS** (1992) relatam que, em diferentes

ambientes do Brasil, se observam dois picos da incidência do bicho mineiro, um no mês de abril e outro em agosto-setembro. Enquanto, CASTELLON ROJAS (1990) observou, em condições da Zona da Mata de Minas Gerais, que o maior pico de incidência ocorre nos meses de agosto-setembro, coincidindo com períodos de baixa precipitação.

A literatura relacionada ao efeito do bicho mineiro sobre a produção é divergente. Por exemplo, PAULINI et al. (1978) relatam que a incidência do bicho mineiro abaixo de 50% não afetou a produção, tendo sido obtida uma produtividade de 45 sacas de café beneficiado/ha, o qual foi considerado satisfatório pelos autores; embora NANTES e PARRA (1977), extrapolando dados de outro estudo, estimaram perdas causadas por bicho mineiro de apenas 21,6% da produção. Os resultados obtidos neste estudo e na literatura disponível coincidem com os de CRUZ FILHO e CHAVES (1985), que afirmaram que o uso de CV no controle de doenças foliares e no suprimento de micronutriente poderia ser mais importante que o emprego de medidas químicas no controle do bicho mineiro. Além disto, CASTELLON ROJAS (1990) relata que práticas culturais como a capina reduzem significativamente a incidência da praga.

Neste estudo, para determinar o efeito dos tratamentos sobre a intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro, foram registradas nove variáveis, das quais apenas três, AACP-incidência e AACP-severidade da ferrugem e AACPD-incidência da cercosporiose, foram importantes para explicar o efeito desses fatores fitossanitários sobre a produção. Para estudos futuros sobre CV ou com produtos

protetores na cultura do cafeeiro, recomenda-se utilizar as variáveis AACP-incidência e AACP-severidade para ferrugem e apenas AACP-incidência da cercosporiose e do bicho mineiro.

#### **4.8. Estado Nutricional de Cafeeiros Pulverizados com Diferentes Concentrações do Sulfato de Cobre na Calda Viçosa e com Diferentes Concentrações da Calda Viçosa**

A relação quadrática crescente do teor de cobre nas folhas do cafeeiro, em função das doses crescentes de sulfato de cobre e das concentrações da CV, respectivamente, confirmam o relatado por CLARKSON e HANSON (1980). Os autores indicam que o Cu é um forte competidor por sítios de ligantes. Os resultados obtidos evidenciam que o maior nível de antagonismo entre os componentes de CV ocorrem entre Cu e Zn.

Os incrementos do sulfato de cobre proporcionaram uma redução do teor foliar de magnésio, evidenciando o antagonismo existente entre Cu e Mg, possivelmente em razão da competição pelos mesmos sítios de transporte.

Foi encontrada uma relação linear negativa do teor foliar de nitrogênio, ante as doses crescentes de sulfato de cobre e ante as variações da CV. Estes resultados diferem dos obtidos por CLARKSON e HANSON (1980), que observaram que em plantas com alto conteúdo de cobre nas folhas ocorre uma correlação positiva entre o Cu e o conteúdo de N nas folhas; o qual, segundo MENGEL e KIRKBY (1978), poderia representar detoxificação, pela quelação com grupos aminos de proteínas. Entretanto, KOCHIAN (1991) relata que plantas

com alto status nutricional de N apresentam baixa disponibilidade de cobre. Estes resultados **são** semelhantes aos observados no presente trabalho. O teor de K comportou-se de forma semelhante ao N, ante o incremento das concentrações da CV.

É possível que **os** resultados obtidos em relação ao N e K possam ter ocorrido em razão de as amostras foliares terem sido colhidas na fase de iniciação da gema floral e pelo fato de ambos **os** elementos serem altamente móveis (CLARKSON e HANSON, 1981). Nas duas colheitas de grãos, foi observado que a produtividade do tratamento sem o sulfato de cobre e da testemunha (-CV) foi baixa, tendência que provavelmente seja mantida nas próximas colheitas. As plantas com maior potencial de produção apresentaram teores menores, em virtude da translocação de nutrientes para **os** órgãos da planta que apresentam maiores requerimentos; neste caso, à formação da florada da próxima colheita, fato **já** observado em cafeeiro, por SILVA-ACUÑA et al. (1992).

Com base nos resultados obtidos, foi comprovado o relatado por CRUZ FILHO e CHAVES (1985), que afirmaram que o emprego da CV proporciona suprimentos de Cu e Zn. Houve balanço do efeito nutricional e fungicida, quando foram diminuídas as concentrações da CV. Provavelmente, isto ocorra em razão da redução da interferência recíproca entre **os** componentes da CV.

**Os** resultados evidenciam **os** benefícios obtidos com o uso da CV; no entanto, a composição proposta por CRUZ FILHO e CHAVES (1985) deve ser modificada, visando incrementar sua eficiência. **Os** resultados sugerem a eliminação do ácido

bórico e do sulfato de magnésio. Esses autores já tinham considerado a possibilidade de suprimento do boro, via solo. No entanto, com a nova composição sugerida por este estudo (0,66-0,74 da CV original), a eliminação desses componentes poderia modificar o balanço nutricional e fungicida, obtido nessa concentração. Outros estudos a respeito do componente faltante devem ser feitos nessa concentração.

Na proporção de 0,66- 0,74 da CV original, foram obtidos resultados mais eficientes no controle da ferrugem e da cercosporiose, na nutrição e no incremento da produtividade. Pelos resultados obtidos, pode-se afirmar que a CV em sua composição original deve seu êxito às suas propriedades fungicidas e ao seu efeito na nutrição do cafeeiro, especialmente pelos aportes de cobre e zinco.

#### 4.9. Considerações sobre o Uso da Calda Viçosa

Em virtude do efeito nutricional e fungicida de CV, o esquema proposto de quatro aplicações por ano deve ser revisado. Sugere-se que em áreas com características agroecológicas similares às deste estudo, é possível reduzir para três o número de aplicações, em anos de alta incidência da ferrugem, espaçadas por 35-45 dias. Em anos de baixa incidência, são sugeridas duas aplicações; a primeira 100-110 dias após a floração principal e a segunda aos 180-190. Este sistema, deve ser acompanhado por amostragens periódicas da intensidade da ferrugem e da cercosporiose, assim como do estado nutricional da lavoura.

## 5. RESUMO

A CV reduziu a AACCP-incidência da ferrugem e da cercosporiose e promoveu incrementos na produção e na AACCP-incidência do bicho mineiro, incrementando **os** teores foliares de Cu e Zn e reduzindo **os** de N, P e K. Apenas a ausência do cobre reduziu a eficiência da CV no controle da cercosporiose.

A ausência do sulfato de zinco, do sulfato de magnésio ou do ácido bórico na formulação da CV não afetou o controle da ferrugem e propiciou maiores teores foliares de cobre. Detectou-se efeito antagônico do sulfato de cobre, do ácido bórico e do sulfato de magnésio, com relação ao incremento do teor foliar de zinco.

A eliminação do sulfato de magnésio da CV propiciou aumentos da produtividade nos dois primeiros anos e a ausência do sulfato de zinco, no segundo ano. A eliminação do sulfato de cobre causou redução drástica na produtividade durante o segundo ano. A adição de KCl na CV reduziu a

AACP-severidade da ferrugem e propiciou aumento na produtividade, principalmente na ausência de uréia. O KCl não influenciou a absorção de Cu e Zn, mas beneficiou o incremento do teor foliar de boro.

Por meio do método de Colby, detectou-se o efeito antagônico do sulfato de zinco, do sulfato de magnésio e do ácido bórico, com relação ao efeito do sulfato de cobre no controle da ferrugem. O ácido bórico e o sulfato de magnésio, em algumas concentrações, foram sinérgicos, e o sulfato de zinco foi antagônico ao sulfato de cobre, no controle da cercosporiose.

As diferentes concentrações do sulfato de magnésio (0, 2; 4; e 8 g/l) na composição da CV não tiveram efeito significativo sobre a intensidade da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro; no entanto, houve redução da produtividade, na primeira colheita. Observou-se resposta raiz quadrática para Cu e Zn, quadrática para Mn e linear negativa para N. Foi estimado que em doses de 1,14 e 1,12 g/l de sulfato de magnésio ocorrem os maiores teores foliares de Cu (96,64 mg/kg) e Zn (108,5 mg/kg), respectivamente.

As diferentes concentrações do sulfato de cobre (0; 1,25; 2,5; e 5,0 g/l) não tiveram efeitos significativos sobre a intensidade da ferrugem e do bicho mineiro. Apenas no primeiro ano, foi observada uma relação raiz quadrática entre a AACP-incidência da cercosporiose e os incrementos do sulfato de cobre, embora sobre o AACP-lesões/folha a relação tenha sido linear negativa. No primeiro ano, foi observada uma relação quadrática e no segundo, uma relação linear

positiva entre **os** aumentos do sulfato de cobre e a produção. Observou-se resposta quadrática do teor foliar do Cu, raiz quadrática para o de Zn, Mn e Mg e linear negativa do N, em função do incremento do sulfato de cobre. As concentrações de **3,75** e **0,81 g/l** de sulfato de cobre foram obtidas dos maiores teores de Cu (**42,5 mg/kg**) e Zn (**104,5 mg/kg**).

Para determinar a dose ótima da CV, foram utilizadas diferentes concentrações, considerando como concentração máxima a composição original, a qual foi considerada como a unidade. Posteriormente, foram obtidas proporções de 0,75; 0,50; 0,25; e 0,0 da CV original. Foi observada resposta quadrática da intensidade da ferrugem e AACP-incidência da cercosporiose, em função dos incrementos na concentração da CV; enquanto para o bicho mineiro, a resposta foi linear positiva. Só no segundo ano, foi encontrado um efeito significativo sobre a produção. Estimou-se a concentração ótima para o controle da ferrugem e da cercosporiose como sendo a proporção de **0,66** da CV original; a maior produtividade foi obtida na proporção de **0,74** da CV original.

Observou-se resposta quadrática **dos** teores de Cu e Zn e linear negativa para N, P e K, em função do incremento na concentração da CV. **Os** maiores teores de Cu (**47,6 mg/kg**) e Zn (**71,6 mg/kg**) foram obtidos nas proporções de **0,73** e **0,76** da CV original.

Apenas a AACP-incidência e AACP-severidade da ferrugem e a AACP-incidência da cercosporiose foram correlacionadas negativa e significativamente com a produção. O ataque do bicho mineiro não afetou a produção.

## 6. CONCLUSÕES

Concluiu-se que pulverizações da CV reduzem a intensidade da ferrugem e da cercosporiose, além de melhorar a nutrição foliar e a produção do cafeeiro. No entanto, sua ação pode ser melhorada quando um dos seus componentes (sulfato de magnésio, sulfato de zinco ou ácido bórico) é retirado ou quando é adicionado KCl na ausência da uréia.

**As** interações de antagonismo obtidas entre sulfato de cobre e **os** componentes da CV, sulfato de zinco, sulfato de magnésio e ácido bórico, principalmente no controle da ferrugem, e as interferências desses componentes na nutrição foliar explicam porque as modificações da CV, em geral, apresentam melhores resultados no incremento da produção.

**O** êxito da CV e de suas modificações dependeu do efeito fungicida do sulfato de cobre e do suprimento de Cu e Zn.

**Dos** fatores fitossanitários avaliados, apenas **a** ferrugem e a cercosporiose foram correlacionadas negativa e

significativamente com a produção.

O incremento nas concentrações do sulfato de magnésio (0,0; 2,0; 4,0; e 8,0 g/l) como componente da CV reduziu significativamente a produtividade. Esse componente, a partir de concentrações maiores de 1,12 e 1,14 g/l, mostrou ser antagonista ao incremento do teor foliar de Zn e Cu, respectivamente.

O sulfato de cobre, na razão de 1,77 e 2,76 g/l na CV, proporcionou a maior redução da carcosporiose e a maior produtividade. Os incrementos do sulfato de cobre na CV (0,0; 1,25; 2,5; e 5,0 g/l) apenas influenciaram significativamente os teores foliares de Cu, Mn, Zn, N e Mg.

Na proporção de 0,66 a 0,76 da CV original, foram observados a maior eficiência fungicida, os maiores teores foliares de Cu e Zn e a maior produção. Houve incremento linear positivo do bicho mineiro, em função do incremento da concentração da CV.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- ABRAHÃO, E.J. Efeito de doses de DORO em mudas de diferentes progênies de dois cultivares de cafeeiro (Coffea arabica). Lavras, ESAL, 1991. 90p. (Tese M.S.)
- AGRIOS, G. **Plant pathology**. 3. ed. San Diego, Academic Press, 1988. 803p.
- ALVAREZ V., V.H. Avaliação da fertilidade do solo: superfície de resposta-modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1985. 75p.
- ALVAREZ, L. **Epidemiologia de Cercospora coffeicola en la Región Cuarta de Nicaragua**. Masatepe, Estación Experimental de Campos Azules, 1990. 8p. (Mimeografiado)
- BARDNER, R. Integrated control of coffee pests. **Kenya Coffe**, 43(502):7-11, 1978.
- BÁRTHOLO, G.F.; MAGALHÃES FILHO, A.A.R.; GONTIJO, P.T.G.; CHALFOUN, S.M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 14(162): 33-44, 1989.
- BOFF, P. **Epidemiologia e controle químico da mancha-de-estenfilio (Stemphylium solani Weber) e da pinta preta (Alternaria solani (Ellis h Martin) Jones & Gout) em dois sistemas de condução do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill.)**. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1989. 140p. (Tese M.S.)

- BRAGA FILHO, J.M & EUCLYDES, R.F. **SAEG-Manual provisório.** 1ª e 2ª parte. Viçosa, MG, FUNARBE/UFV, Divisão de Informática, 1989. 246p.
- BUENO, M.P. **Composição mineral foliar do café (Coffea arabica L.) efeitos de pulverizações com zinco e boro.** Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ. 1975. 43p. (Tese M.S.)
- CASTELLON ROJAS, A. **Efeito de práticas culturais sobre a infestação do bicho mineiro, Perileucoptera coffeella (Guerin-Meneville), em cafeeiro, Coffea arabica L.** Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1990. 32p. (Tese M.S.)
- CARVALHO, V.L.; CHALFOUN, S.M.; CASTRO, H.A.; CARVALHO, V.D. **Influência da produção nos teores de nitrogênio, potássio e boro nas folhas do cafeeiro e suas correlações com a ferrugem.** **Fitopatol. Bras.,** 18(S):316, 1993. (Resumo).
- CHALFOUN, S.M. **Relação de diferentes índices de infecção de ferrugem (Hemileia vastatrix Berk & Br.) sobre a produção de cafeeiros (Coffea arabica L) em algumas localidades do estado de Minas Gerais.** **Fitopatol. Bras.,** 6:137-142, 1981.
- CHAVES, G.M.; CRUZ FILHO, J.; CARVALHO, M.G; MATSUOKA, K; COELHO, D.J; SHIMOYA, C.A. **A ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix Berk & Br.) revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil.** **Seiva,** 1970. 75p. (Edição Especial).
- CHEVEZ, O. **Efecto de la pulpa de café como controlador biológico de Cercospora coffeicola.** Managua, Escuela de Sanidad Vegetal, Instituto de Ciencias Agropecuarias, 1988. 36p. (Tese Ingeniero Agronomo)
- CIETTO, S. **Acumulação de materia seca, recrutamento de macro e micronutrientes pelo cafeeiro (Coffea arabica L. cv Catuaí) com dois, três, quatro e cinco anos de idade, nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação, vegetando em um latossolo vermelho amarelo, fase cerrado Piracicaba, ESALQ, 1988. 101p. (Tese M.S.)**
- CLARKSON, D.T. & HANSON, J.B. **The mineral nutrition of higher plants.** **Ann. Rev. Plant Physiol.,** 31:239-98, 1990.
- CRUZ FILHO, J. & CHAVES, G.M. **Calda Viçosa no controle da ferrugem do cafeeiro.** Viçosa, MG, UFV, 1985. 22p. (Informe técnico, v. 6, n. 51).
- COLBY, S.R. **Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combination.** **Weeds,** 15:20-22, 1967.
- DIK, A.J.; FOKKEMA, N.J.; VAN PELT, J.A. **Interference of nutrients with fungicide activity against Septoria nodorum on wheat leaves.** **Plant Pathol.,** 40:25-37, 1991.

- EPAMIG. Pragas das Folhas. **Inf. Agropec., 10(109):18-37, 1984.**
- FÁVARO, J.R.A. **Crescimento e produção de Coffea arabica L. em resposta à nutrição foliar de zinco na presença de cloreto de potássio.** Viçosa, MG, UFV, 1992. 91p. (Tese M.S.)
- FERNANDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A.M.; DUQUE, S.L. Efecto de la fertilización en la incidencia de la mancha de hierro (Cercospora coffeicola) en frutos de café. **Cenicafe, 17:5-16, 1966.**
- FREIRE, F.M.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.V.; MELLES, C.C.A. **Calagem, gessagem e adubação do cafeeiro.** Belo Horizonte, EPAMIG, 1984. 20p.
- GARCIA, A.W.R.; MARTINS, M.; TOLEDO, A.R. 1980. Notas sobre a absorção de zinco e boro, via foliar na presença de outras sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. Campos de Jordão, 1980. Campos de Jordão, IBC-CERCA, 1980. p. 1-2.
- GRAHAM, R.D.; WEBB, M.J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: MORTVED, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.N., eds. **Micronutrients in agriculture.** 2. ed. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p. 329-370.
- IBC - INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, **Anuário Estatístico do café.** Rio de Janeiro, IBC, 1989. n. 19.
- JARAMILLO, T. **Esquemas, métodos de aplicação e translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix Berk. & Br.).** Viçosa, MG, UFV, 1988. 69p. (Tese M.S.)
- JOHNSON, C.M. & ULRICH, A. **Analytical methods for use in plant analysis.** s.l., University of California, 1959. p. 32-33. (Bulletin, 766).
- JONES JR., J.B. Plant tissue analysis in micronutrients. In: MORTVED, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.N., eds. **Micronutrients in agriculture.** 2. ed. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p. 478-513.
- KOCHIAN, L.V. 1991. Mechanisms of micronutrient uptake and translocation in plants. In: MORTVED, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.N., eds. **Micronutrients in agriculture.** 2. ed. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p. 230-285.
- KRANZ, J. Comparison of epidemics. **Ann. Rev. Plant Pathol., 12:355-374, 1974.**
- KUSHALAPA, A.C. & CHAVES, G.M. Escala para avaliar a percentagem de área foliar com ferrugem do cafeeiro. **Fitopatol. Bras., 3:119, 1978.**

- LIMA FILHO, O. Calibração de boro e zinco para o cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Catuai Amarelo.). São Paulo, USP, 1991. 100p. (Tese M.S.)
- LINDEMAN, W. Observations on the behavior of phosphate compounds in *Chlorella* at the transition from dark to the light. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PEACEFUL USES OF ATOMIC ENERGY, Geneve, 1958. Proceedings... Geneve, 1958. v. 24. p.8-15.
- LOPEZ, D.S. & FERNANDEZ, B.O. Epidemiologia de la mancha de hierro del cafeto (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cook). *Cenicafé*, 20(1):3-19, 1969.
- LUZ, J.M.Q.; JULIATTI, F.C.; LAFORGA, G.; BRANDÃO, A.M.; BRONZI, S.S.; MORAIS, M.L.; PARANAIBA, J.A. Sistemas de manejo de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) e efeito na produtividade em condições de cerrado. *Fitopatol. Bras.*, 17:176, 1992. (Resumo).
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MARTENS, D.C & WESTERMANN, D.T. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVED, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.N., eds. *Micronutrients in agriculture*. 2. ed. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p. 549-592.
- MATHUR, A.K. & BHATNAGAR, G.C. Effect of mineral element, hormone and urea on stripe disease infection in barley. *Ind. J. Mycol. Plant Pathol.*, 20(2):192-193, 1990.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Bern, Ins Potash Onst. 1978. 593p.
- MIGUEL, A.E.; MANSK, Z.; MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. Efeito de fungicidas no controle de *Cercospora coffeicola* em frutos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, Curitiba, 1975. Resumos... Curitiba, IBC/GERCA, 1975. p.18-21.
- MÔNACO, L.C. Consequences of the introduction of coffee leaf rust into Brazil. *Ann. New York. Acad. Sci.*, 287:57-71, 1977.
- MORAGHAN, J.T & MASCAGNI, J.R. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. In: MORTVED, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.N., eds. *Micronutrients in agriculture*. 2. ed. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p. 371-425.

- NANTES, J.F.D & PARRA, J.R.P. Avaliação de danos causados por **Perileucoptera coffeella** (Guerin-Meneville, 1842) (Lepidoptera-Lyonettidae) em três variedades de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5, Guarapari, 1977. **Resumos...** Guarapari, IBC-CERCA, 1977. p. 47.
- NUNES, A.M.L. **Tempo de absorção, efeito protetor curativo e de translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix)**. Viçosa, MG, UFV, 1986. 91p. (Tese M.S.)
- PAULINI, A.E.; FERREIRA, A.J.; D'ANTONIO, A.M.; MATIELLO, J.B. Efeito da desfolha causada por bicho mineiro (**Perileucoptera coffeella**) (Guerin-Men, 1842) na produtividade do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6, Ribeirão Preto, 1978. **Resumos..** Ribeirão Preto, IBC-CERCA, 1978. p. 199-201.
- POVOA, H.N. **Aplicação no solo de magnésio, boro e zinco, na presença de NPK-efeitos no teor dos elementos presentes na folha e na produção de cafeeiros em formação**. Lavras, ESAL, 1978. 68p. (Tese M.S.)
- RENA, A.B & MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO, ed. **Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP. 1986. p.34-35.
- RÖMHELD, V. & MARSCHNER, H. Functions of micronutrients. In: MORTVED, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.N., eds. **Micronutrients in agriculture**. 2. ed. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p. 371- 425.
- SCHIBER, E. & ZENTMYER, G.A. Coffe rust in the Western hemisphere. **Plant Dis.**, 68:89-93, 1984.
- SEGURA MONGE, A. **Efeito da pulverização com uréia, cloreto de potássio e açúcares nas folhas de mudas de Coffea arabica L. submetidas a deficit de água**. Viçosa, MG, UFV, 1989. 38p. (Tese M.S.)
- SILVA-ACUÑA, R. **Fatores que influenciam o progresso da ferrugem (Hemileia vastatrix Berk h Br.)**. Viçosa, MG, UFV, 1985. 89p. (Tese M.S.)
- SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; ALVAREZ V., V.H.; CHAVES, G.M. Relação entre a produção de grãos, o teor foliar de macronutrientes e a severidade da ferrugem do cafeeiro. **R. Ceres**, 39(2240):356-377, 1992.
- SOUZA, J.C. & REIS, P.R. **Bicho-mineiro: biologia, danos e manejo integrado**. Belo Horizonte. EPAMIG, 1992. 28p. (Boletim técnico, 37).
- STELL, R.G.D. & TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics; a biometrical approach**. 2. ed. s.l. McGraw-Hill, 1980. 633p.

- TAMMES, P.M.L. Isoboles, a graphic presentation of synergism in pesticides. *Neth. J. Plant Pathol.*, 70:73-80, 1984.
- TOMONO, K.; KAWAI, M.; SASAKI, H.; HOMMA, Y.; MISATO, T. The influence of zinc, magnesium and calcium ions on the inhibitory effect of copper (II) ion against *Diaporthe citri*. *J. Pestic. Sci.*, 7:329-334, 1982.
- TORRES, J.C & VENTURA J.A. Um programa para calcular a área e o volume abaixo da curva do progresso da doença. *Fitopatol. Bras.*, 16:52, 1991. (Resumo)
- TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. Análise foliar: amostragem e interpretação. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 18p.
- TURRENT, F.A. Uso de una matriz mixta para la optimización de cinco a ocho factores controlables de la producción. Chapingo, Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, 1979. 65p. (Boletín, 6).
- WAIN, R.L. & CARTER, G.A. Historical aspects. In: MARSH, R.W. (ed.) *Systemic Fungicides*. New York, John Wiley & sons, 1972. 321p.
- ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G.M.; CAIXETA, G.Z.; MACABEU, A.J. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) e custo das opções propostas. Viçosa, MG, UFV, ABEAS, 1990a. 40p.
- ZAMBOLIM, L.; CRUZ FILHO, J.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; CHAVES, G.M. Emprego da Calda Viçosa na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) para o controle de doenças da parte aérea. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1990b. 7p. (Boletim de extensão, 66).
- ZAMBOLIM, L.; SILVA-ACUÑA, R.; RENA, A.B.; CHAVES, G.M. Relação de produção dos teores foliares de amido e de açúcares e seus efeitos subseqüentes no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. *Fitopatol. Bras.*, 17:23-27, 1992a.
- ZAMBOLIM, L.; SILVA-ACUÑA, R.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). *Fitopatol. Bras.*, 17:32-35, 1992b.

## APÊNDICE

APÊNDICE A

QUADRO 1A - Resumo da Análise de Variância do Efeito dos Componentes da Calda Viçosa sobre a Ferrugem (*Hemilia vastatrix*), a Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e o Bicho Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) e Produtividade do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Fontes de Variação	Gl	Quadrados Médios								
		Ferrugem			Cercosporiose			Bicho Mineiro		Produtividade
		Inc	P/F	Sev	Inc	L/F	Sev	Inc	L/F	Sc.ben/ha
Repetição	3	20,9 ns	1,4 ns	0,5 ns	21.4 ns	1,0 ns	0,5 ns	19,9 ns	0.4 ns	268,1 ns
Tratamentos	7	122.1 ***	3,9 ns	2.8 ns	48.4 ***	0.9 ns	1.1 ns	14,3 ns	0.1 ns	575.9 **
Erro	21	15.6	2,48	1,78	12.2	0,9	1,8	10.6	0.4	185,9
CV X		31.3	25.5	24.9	20.1	15.2	24,9	1,8	8,7	16.3

Análise dos dados foi feita com valores da área abaixo da curva, transformados em arco seno raiz  $(X/100)^{1/2}$  \* 57,29.

Inc = Incidência; P/F = Pústulas por folha; Sev = Severidade; L/F = Lesões por folha.

\* P = 0,10; \*\* P = 0,05; \*\*\* P = 0,01.

Fonte: TEIXEIRAS (1991-1992).

QUADRO 2A - Resumo da Análise de Variância do Efeito dos Componentes da Calda Viçosa sobre Ferrugem (*Hemilia vastatrix*), a Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e o Bicho Mineiro (*Perileuoptera coffeella*) e Produtividade do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios								
		Ferrugem			Cercosporiose			Bicho Mineiro		Produtividade
		Inc	P/F	Sev	Inc	L/F	Sev	Inc	L/F	Sc.ben/ha
Repetição	3	5.9 ns	2.2 ns	2.0 ns	1,2 ns	0.3 ns	0,1 ns	7,7 ns	0,5 ns	42.1 ns
Tratamentos	7	17,2 **	11.5 **	13.1 **	13.4 ns	1.6 ns	0,9 ns	6,3 ns	0.3 ns	508,2 ***
Erro	21	5.9	4.5	4.3	6,7	1,3	1,2	3,2	0.5	41.3
CV %		101.0	104.2	102.45	20.0	21.7	23.5	13,4	13,4	37.5

Análise dos dados foi feita com valores da área abaixo da curva, transformados em arcoseno raiz( $X/100$ ) \* 57,29.

Inc = Incidência; P/F = Pústulas por folha; Sev = Severidade; L/F = Lesões por folha.

\* P = 0,10; \*\* P = 0,05; \*\*\* P = 0,01.

Fonte: TEIXEIRAS (1992-1993).

QUADRO 3A - Resumo da Análise de Variância do Efeito dos Componentes da Calda Viçosa sobre o Teor Foliar de Microelementos do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Cobre	Manganês	Ferro	Zinco	Boro
Repetição	3	38.2 ns	67054,3 ns	803,4 ns	70,7 ns	2814,8 ns
Tratamentos	7	5540,8***	81111,4 ns	722.3 ns	6809,5***	974,9 ns
Erro	21	243	63843.4 ns	1088.5	330.6	786,0
CV X		30.9	65,6	82,0	32.0	37.1

\* P = 0,10; \*\* P = 0,05; \*\*\* P = 0,01.

QUADRO 4A - Resumo da Análise de Variância do Efeito dos Componentes da Calda Viçosa sobre o Teor Foliar de Macroelementos (dg/kg) do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Nitrogênio*	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Repetição	3	0,014 ns	0,000103 ns	0,082 ns	0,0035 ns	0,0058 ns
Tratamentos	7	0,1096 ***	0,000236 ns	0,212 ***	0,0177 ns	0,0047 ns
Erro	21	0,019	0,000132	0,0491	0,0133	0,0071 ns
CV X		6,10	11.10	13.52	13.37	31.50

\*  $P = 0,10$ ; \*\*  $P = 0,05$ ; \*\*\*  $P = 0,01$ .

QUADRO 5A - Descrição dos Tratamentos, do pH e do Custo de Quatro Aplicações

Tratamentos	Zn	Mg	B	Cu	Uréia	KCL	Ca(OH) <sub>2</sub>	pH <sup>1</sup>	Custos/ha <sup>2</sup> (\$ U.S)
	----- (g/100 l de Água) -----								
CV(1,00)*	600	800	200	500	400	000	750	10,5	48,2
CV(0,75)	450	600	175	375	300	000	562	10.8	36,9
CV(0,50)	300	400	100	250	200	000	375	10.6	24.0
CV(0,25)	150	200	50	125	100	000	187	10,6	12.0
CV(-Mg)	600	000	200	500	400	000	750	12.7	41.2
CV(Mg 2g/l)	600	200	200	500	400	000	750	12.0	42.9
CV(Mg 4g/l)	600	400	200	500	400	000	750	11.0	44.7
CV(-Cu)	600	800	200	000	400	000	750	11.5	26.3
CV(Cu 1.25 g/l)	600	800	200	125	400	000	750	11,3	31.7
CV(Cu 2.5 g/l)	600	800	200	250	400	000	750	11.3	37,2
CV(-Zn)	000	800	200	500	400	000	750	12,4	38.2
CV(-B)	600	800	000	500	400	000	750	12,2	41.9
CV+KCL	600	800	200	500	400	500	750	10,5	50,9
CV+KCL(-Uréia)	600	800	200	500	000	500	750	10.9	48.8
-CV	000	000	000	000	000	000	000		

\* Calda Viçosa na composição original (CRUZ FILHO e CHAVES 1985).

Zn= ZnSO<sub>4</sub> 7 H<sub>2</sub>O; Mg= MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O; B= H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; Cu= CuSO<sub>4</sub> 5H<sub>2</sub>O.

1 - pH = 6,5 da água utilizada na aplicação.

2 - Custo de quatro aplicações; não inclui mão-de-obra nem depreciação de equipamentos (dólar câmbio comercial do dia 4/1/93).