

JOSE FERNANDO SCARAMUSSA

TEORES FOLIARES DE BORO, COBRE E ZINCO NO CAFEIEIRO
EM RESPOSTA A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E ALTERAÇÕES DA
COMPOSIÇÃO DA CALDA VIÇOSA

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Solos e
Nutrição de Plantas, para Obtenção
do Título de "Magister Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
JULHO - 1994

Ao meu pai Oswalter (in memoriam),

À minha mãe Elia,

À minha irmã Eliane,

Ao Jamir.

AGRADECIMENTOS

A Deus. **pelo** dom da vida.

A Universidade Federal de Viçosa. pela oportunidade de **realização do** curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Ao professor Antônio Carlos **Ribeiro**, pela valiosa orientação, pela amizade e pelo incentivo na **realização** do presente trabalho.

Ao pesquisador Antônio Teixeira Cordeiro, pela amizade, pelas críticas e pelas sugestões apresentadas.

Aos professores Laércio Zambolim, **Júlio César** Lima Neves e Victor **Hugo** Alvarez V., pela amizade, pelo incentivo e pelas críticas bastante proveitosas.

Aos funcionários dos Departamentos de Solos, de Fisiologia Vegetal, de Fitotecnia e de Fitopatologia. pela **colaboração no** decorrer do experimento.

Aos professores das disciplinas, cursadas durante

minha formação acadêmica, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos amigos Cícero Antonio de Sousa Araújo, Geraldo Néri Ferreira e Rafael Antônio Ubeda Herrera, pela amizade, pela agradável convivência e pela valiosa colaboração na execução do experimento.

Aos amigos de pós-graduação, Davi J. Silva, Ivan Ernesto F. Rojas, Vander de Freitas Melo, **José** Luiz G. Gasparini, Ecila M. A. Villani, Armando J. Silva, **João** Carlos Ker e Antonio Raimundo de Souza, pela experiência profissional transmitida.

Aos amigos Carlos Alberto Bizarro Rodrigues e José Oscar Novelino, pelo convívio e pela amizade.

Ao senhor Manoel Cardoso e à senhora Nair Rodrigues de Freitas, pelo convívio familiar e pela amizade.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

José Fernando Scaramussa, filho de Oswalter Scaramussa e de Elia Caversan Scaramussa, nasceu em Linhares (ES), aos 13 dias do mês de janeiro de 1962.

Cursou o primeiro grau, em Linhares (ES), e o segundo grau, em Linhares e Vitória (ES). Ingressou na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em 1980, onde graduou-se em Engenharia Agrônômica, em dezembro de 1984.

Exerceu atividade profissional nas Fazendas Três Marias e São José, na Cooperativa Agrícola de Cotia e na Erasfrutas S.A., no período de 1985 a 1989.

Iniciou o Curso de Solos e Nutrição de Plantas, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, em março de 1991. concluindo-o, com a defesa de tese. no dia 24 de agosto de 1993.

CONTRÚDO

	Página
EXTRATO	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Vias e Mecanismos de Absorção de Nutrientes pelas Folhas	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Generalidades	10
3.2. Tratamentos	11
3.3. Análise de Minerais	13
3.3.1. Amostragem Foliar	13
3.3.2. Preparo das Amostras	14
3.4. Análises Estatísticas	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. Efeito da Calda Viçosa	16
4.1.1. Teor Foliar de Boro	16
4.1.2. Teor Foliar de Cobre	18
4.1.3. Teor Foliar de Zinco	20
4.2. Efeito do Sulfato de Magnésio dentro da Composição da Calda Viçosa	22
4.2.1. Teor Foliar de Boro	22
4.2.2. Teor Foliar de Cobre	22
4.2.3. Teor Foliar de Zinco	26

4.3. Efeito do Sulfato de Cobre dentro da Composição da Calda Viçosa	28
4.3.1. Teor Foliar de Boro	28
4.3.2. Teor Foliar de Cobre	30
4.3.3. Teor Foliar de Zinco	32
4.4. Produção de Café-Cereja	34
4.4.1. Calda Viçosa	34
4.4.2. Sulfato de Magnésio	34
4.4.3. Sulfato de Cobre	34
4.5. Alterações na Composição da Calda Viçosa ...	36
4.5.1. Presença e Ausência do Ácido Bórico	36
4.5.2. Presença e Ausência do Sulfato de Zinco .	36
4.5.3. Presença e Ausência de Cloreto de Potássio	37
4.5.4. Presença e Ausência de Uréia na Calda Viçosa, Contendo Cloreto de Potássio	38
4.6. Variação dos Teores Foliares de Boro, Cobre e Zinco con a Época de Amostragem dentro da Calda Viçosa	38
4.6.1. Boro	38
4.6.2. Cobre	39
4.6.3. Zinco	39
5. RESUMO E CONCLUSÕES	41
BIBLIOGRAFIA	43
APÊNDICE	47

EXTRATO

SCARAMUSSA, José Fernando, M.S., Universidade Federal de Viçosa. julho de 1994. Teores Foliares de Boro, Cobre e Zinco no Cafeeiro em Resposta a Diferentes Concentrações e Alterações da Composição da Calda Vicosa. Professor Orientador: Antônio Carlos Ribeiro. Conselheiros: Pesquisador Antônio Teixeira Cordeiro e Professores Júlio César Lima Neves e Laércio Zambolim.

Foi conduzido, em condições de campo, um experimento, variando a concentração e a composição química da calda Vicosa, com o objetivo de testar os efeitos nos teores foliares dos micronutrientes boro, cobre e zinco, e sobre a produtividade de café-cereja.

Foi verificada a existência de antagonismo do sulfato de magnésio, em solução de pulverização, sobre os teores foliares de cobre e de zinco, e a existência de inibição competitiva, entre cobre e zinco em soluções de pulverização.

1. INTRODUÇÃO

A constatação da ferrugem-do-cafeeiro no Brasil, em 1970, motivou a condução de uma quantidade considerável de pesquisas, visando selecionar fungicidas, dosagens e épocas de aplicação mais adequadas ao controle desta doença. Os fungicidas à base de cobre, tanto a calda Bordalesa quanto o oxiclreto de cobre, o hidróxido de cobre e os óxidos cúprico e cuproso demonstraram grande eficiência no controle da ferrugem, com reflexos positivos na produção. Ficou evidenciado que, além da ação fungicida, estes produtos fornecem o íon cobre, que é um micronutriente essencial para as plantas.

Visando associar o fornecimento de micronutrientes B, Cu e Zn, via foliar e o controle da ferrugem-do-cafeeiro, foram conduzidas pesquisas pelo Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Vicosa. Assim, surgiu a calda Vicosa, e seu uso como fungicida é conhecido desde 1985.

Este trabalho teve por objetivo estudar a calda Viçosa, aplicada em diferentes concentrações e alterações de sua composição química original, sobre os teores foliares dos micronutrientes boro, cobre e zinco, e sobre a produtividade de café-cereja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A calda Viçosa, de acordo com CRUZ FILHO e CHAVES (1985), é uma suspensão coloidal de coloração azul-celeste, composta de fertilizantes e cal hidratada. Sua origem deve-se a experimentos com sulfato de cobre, sulfato de zinco, sulfato de magnésio, ácido bórico, uréia e cal hidratada, visando determinar o efeito sobre a germinação dos uredósporos de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., agente etiológico da ferrugem-do-cafeeiro. A mistura de todos estes compostos, na concentração indicada na formulação da calda Vicosa, teve efeito de 100% na inibição da germinação dos uredósporos de *Hemileia vastatrix*.

Segundo CAMARGO (1970) e CRUZ FILHO e CHAVES (1985), a utilização de cal hidratada, em quantidade suficiente para elevar o pH da suspensão de 7,0 a 7,5, deve-se ao fato de que a solução ácida é fitotóxica. A cal hidratada, Ca(OH)_2 , ao reagir com o sulfato de zinco, com o sulfato de magnésio, ou com o ácido bórico forma um gel de coloração esbranquiçada semelhante ao da calda Bordalesa, diferindo

apenas na cor, que é azul. A cal não é utilizada, apenas com a finalidade de neutralizar o pH, mas sim, para a formação do gel. Quando o pH atinge 7,0, isso indica que não há sulfato de zinco e nem cal livres, mas que todos estão interagidos quimicamente. A tenacidade da calda Vicosa (capacidade de permanecer aderido às folhas) exige que o pH esteja alcalino.

Segundo POMPEI (1981), a utilização de sais de magnésio, especialmente o sulfato de magnésio, em solução de pulverização, deve-se ao fato de que são agentes protetores contra injúrias foliares nas concentrações mais elevadas.

O sulfato de zinco a 0,6% e o ácido bórico a 0,3% podem ser associados aos fungicidas cúpricos e a certos inseticidas no controle de doenças e pragas do cafeeiro (FRANCO, 1982). Este autor recomenda, também, a adição de 0,5 a 1,0% de uréia na solução de zinco e boro, pois a presença da uréia facilita a absorção dos elementos. POMPEI (1981), também, aconselha o uso de uréia nas formulações para acelerar a absorção de nutrientes.

O sulfato de zinco, o sulfato de magnésio e o ácido bórico são mais, rapidamente, absorvidos pelas folhas, quando em soluções ácidas, do que quando da adição de cal nas soluções aquosas destes compostos (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985). Ainda, segundo os mesmos autores, a calda Vicosa apresenta excelentes características de aderência as folhas do cafeeiro e dispensa o emprego de espalhantes e adesivos. Pela sua grande tenacidade, não é removida, facilmente, pelas chuvas que ocorrem durante o verão. Desse modo, os micronutrientes, que compõem a calda Vicosa, vão sendo

lentamente liberados, propiciando um processo de absorção contínuo pela folhagem e exercendo, concomitantemente, o efeito fungicida contra a ferrugem-do-cafeeiro.

Segundo CRUZ FILHO e CHAVES (1985), a correção de deficiências de zinco e de cobre, após quatro a cinco semanas da primeira aplicação da calda Vicososa, pode ser notada. No caso específico do zinco, as folhas com deficiência deste elemento permanecem pequenas, mas as folhas novas, que se formam após aplicação da calda Vicososa, crescem normalmente, contrastando com o tamanho das anteriores. Este fato demonstra que o precipitado, formado pela reação do sulfato de zinco com a cal, libera o zinco que é absorvido pela folhagem. O mesmo ocorre com o cobre e demais nutrientes da calda Vicososa. Segundo esses mesmos autores, o teor de cobre, aplicado na calda Vicososa, é inferior em 50% da quantidade necessária na forma de calda Bordalesa ou de oxiclureto de cobre para o controle da ferrugem-do-cafeeiro. Por exemplo, o oxiclureto de cobre, que contém 50% de cobre, é recomendado na base de 3 kg/ha. Já o sulfato de cobre, que contém 25% de cobre, se empregado na forma de calda Bordalesa, seriam necessários 6 kg/ha, dissolvidos em 600 litros de água. Na calda Vicososa, são utilizados 3 kg de sulfato de cobre em 600 litros de água. Portanto, isso representa uma economia de 750 g de cobre por hectare, em relação à quantidade tradicionalmente recomendada. O efeito fungicida da mistura do sulfato de zinco, do sulfato de magnésio, do ácido bórico, da uréia com a cal substitui, com vantagens, a ação fungicida dos outros

750 g de cobre, que foram suprimidos. Por outro lado, ao se empregar a calda Vicosa. além do cobre, haveria um suprimento de zinco, magnésio, boro, nitrogênio e cálcio. considerando que todos estes sais, nas concentrações indicadas na calda Vicosa. custam menos por hectare do que o oxiclreto de cobre na base de 3 kg/ha, sem que haja perda da eficiência no controle da ferrugem, este fato, "per se", seria suficiente para justificar o emprego da calda Viçosa no controle da ferrugem-do-cafeeiro (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985).

Além disso, na calda Vicosa, as concentrações dos seus componentes poderão ser aumentadas, ou diminuídas, de acordo com o estado nutricional do cafeeiro. Por exemplo: se o cafezal apresentar deficiência de zinco de forma aguda, poderá ser aumentada até 1% a quantidade de sulfato de zinco, e se o boro foi aplicado no solo e as plantas não exibem nenhum sintoma de deficiência deste elemento, é possível deixar de incluí-lo na formulação da calda Vicosa (CRUZ FILHO e CHAVES, 1985).

JARAMILLO (1988) recomendou a aplicação da calda Viçosa em intervalos de 30 dias nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, em virtude de as aplicações, efetuadas de janeiro a março, apresentarem um aumento de 28,8% na produção, enquanto as pulverizações de setembro a dezembro proporcionaram um aumento de apenas 6,8%, evidenciando, assim, a importância da época das aplicações.

2.1. Vias e Mecanismos de Absorção de Nutrientes pelas Folhas

Segundo FRANKE (1967), MALAVOLTA (1980) e KANNAN (1986), em virtude do revestimento completo, efetuado pela cutícula nas duas faces da folha, inclusive na cavidade estomática, a cutícula constitui uma primeira barreira à penetração da solução. A cutícula não é, como se pensava, uma camada contínua, mas é formada por "escamas" imbricadas e de canaliculos, que permitem passagem de soluções. A absorção dos elementos pelas folhas dá-se de diferentes maneiras e velocidades. Por exemplo, a passagem da uréia, através da cutícula, é algumas vezes mais rápida que a dos outros solutos, sendo o fenômeno denominado "difusão facilitada". A explicação para este fato é de que a uréia possa romper ligações químicas entre componentes da cutícula (tais como éster, éter, diéter) que então, ficariam transformada numa "rede" de abertura maior. Além disso, a uréia parece aumentar a permeabilidade da membrana celular.

Utilizando as propriedades e as características da cutícula, diferentes autores estudaram a absorção foliar de **vários** nutrientes minerais, utilizando diferentes soluções em pulverização. GARCIA et alii (1980), em experimentos com cafeeiros, utilizando uréia, sulfato e cloreto de potássio em pulverização, estudando a absorção foliar de boro e zinco, encontraram efeitos positivos na absorção de zinco, com destaque para o cloreto de potássio, evidenciando o efeito dos ions cloreto. Quanto ao boro, **os** resultados mostraram que **os** sais, combinados, ou isoladamente, não apresentaram interferência na absorção de boro.

FAVARO (1992), em seus estudos com cafeeiros, verificou que a utilização de cloreto de potássio, junto com o sulfato de zinco em pulverizações, elevou significativamente o teor foliar de zinco. O aumento foi da ordem de 99,78 e 79% aos três, 30 e 60 dias após a pulverização, respectivamente.

CHRISTENSEN (1986b) verificou que a adição de uréia em soluções, para pulverização foliar, visando ao fornecimento de zinco em videiras, não teve efeito sobre os níveis foliares de zinco. Esse mesmo autor, em outro experimento, ainda, em videiras (CHRISTENSEN, 1986a), relatou que pequenas quantidades de boro, via foliar, são necessárias para corrigir deficiências de boro na planta e alerta que a pulverização foliar é mais usada como uma medida de emergência contra a deficiência de boro, para prover um fornecimento imediato do elemento.

SILVA (1976), estudando o fornecimento de boro, via solo e via foliar, encontrou que a aplicação de ácido bórico/boráx ao solo, manteve, na folha, o teor de boro acima do nível crítico, durante 450 dias, e a aplicação de ácido bórico, via foliar, manteve o teor de boro, na folha, acima do nível crítico, apenas por 60 dias.

PEREIRA et alii (1975) relataram alta eficiência na absorção foliar de zinco, em cafeeiros, com pulverizações de sulfato de zinco, já o mesmo não foi encontrado para boro. Utilizando ácido bórico em pulverizações, não tiveram bom resultado, não diferindo da testemunha. Os tratamentos no solo, para boro, em cobertura, foram superiores aos demais.

Yamada, citado por CAMARGO (1970), observou que a penetração da uréia aumentava com a concentração, porém não proporcionalmente, sugerindo que a penetração cuticular da uréia não seja por difusão simples, como os íons orgânicos, mas talvez por difusão facilitada, resultante de energia de ativação, ou mesmo de uma mudança estrutural na cutícula. Observou, também, que não só penetrava com notável rapidez, mas sua velocidade aumentava com o tempo. Além disso, a uréia fazia aumentar a velocidade de penetração de outros nutrientes minerais, adicionados simultaneamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Generalidades

O experimento foi conduzido em área da Fazenda Patrimônio, localizada no Município de Teixeira (MG), a uma altitude de 680 metros. nas coordenadas geográficas de 20°39'00"S e 42°50'50"W-GR. Utilizou-se uma lavoura comercial de café (*Coffea arabica* L.) do cultivar 'Catuaí Amarelo', com quatro anos de idade ao início do experimento, cultivada a pleno sol, no espaçamento de 3 m, entre linhas, e 1 m, entre plantas na linha de plantio, localizada sobre um Latossolo Vermelho-Amarelo, face leste. As plantas possuíam à época do experimento uma altura média de 1,60 metro. A 10 cm da projeção em direção ao interior da copa das plantas, de 0 a 20 cm de profundidade, foi coletada, aleatoriamente, uma amostra de solo por parcela, para análise química, cujas médias são apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1 - Algumas Características Químicas do Solo da Área Experimental, Amostrado na Região de Adubação, a 10 cm da Projeção em Direção ao Interior da Copa da Plantas

CARACTERISTICA	RESULTADOS
pH em água (1:2,5)	5,3
Carbono Orgânico (%)	1,5
B ($\mu\text{g/g}$)	1,1
Cu ($\mu\text{g/g}$)	1,2
Zn ($\mu\text{g/g}$)	1.0

%CO - método VETTORI (1969);

Cu e Zn - extrator Mehlich-1 (DEFELIPO e RIBEIRO, 1981);

pH em H₂O na relação solo:solução 1:2,5 (VETTORI, 1969);

B - método da água quente (BERGER e TRUOG, 1940).

3.2. Tratamentos

Os tratamentos, sempre derivados da calda Viciosa, desenvolvida por CRUZ FILHO e CHAVES (1985). constituíram-se de pulverizações foliares isoladas de soluções, contendo frações da concentração original da calda Viciosa, alterações de um particular componente (MgSO_4 ou CuSO_4), subtração de um particular componente (ZnSO_4 ou H_3BO_3) e adição de KCl na presença e na ausência de uréia (Quadro 2). As pulverizações, veiculadas em água, foram realizadas, por meio de um pulverizador costal motorizado, adaptado com turbina rotativa, de consumo médio 300 litros de calda por hectare, conforme descrito por ZAMBOLIM et alii (1990). nos dias 20/12/91, 20/01/92, 17/02/92 e 16/03/92, durante o período agrícola 1991/92.

Não foi utilizada proteção lateral das parcelas. durante cada pulverização.

QUADRO 2 - Concentração dos Componentes da Calda Viciosa e do Cloreto de Potássio para os Diferentes Tratamentos

 TRATAMENTO ZnSO₄ MgSO₄ H₃BO₃ CuSO₄ Uréia KCl Ca(OH)₂
 (1)
 -----g/100 litros-----

1*	600	800	200	500	400	0	750
2	450	600	175	375	300	0	562
3	300	400	100	250	200	0	375
4	150	200	50	125	100	0	187
5	600	0	200	500	400	0	750
6	600	200	200	500	400	0	750
7	600	400	200	500	400	0	750
8	600	800	200	0	400	0	750
9	600	800	200	125	400	0	750
10	600	800	200	250	400	0	750
11	0	800	200	500	400	0	750
12	600	800	0	500	400	0	750
13	600	800	200	500	400	500	750
14	600	800	200	500	0	500	750
15	0	0	0	0	0	0	0

(1) ZnSO₄.7H₂O = sulfato de zinco (21.5% de zinco);
 MgSO₄.7H₂O = sulfato de magnésio (16.5% de magnésio); H₃BO₃
 = ácido bórico (17.5% de boro); CuSO₄.5H₂O = sulfato de
 cobre (25% de cobre); Ca(OH)₂ = cal hidratada (de 40 a 50%
 de CaO);
 * = calda Viciosa original.

As unidades experimentais, constituídas por sete plantas consecutivas na linha de plantio, sendo que as cinco centrais, consideradas úteis, foram repetidas quatro vezes e dispostas em **blocos** ao acaso.

3.3. Análise de Minerais

3.3.1. Amostragem Foliar

Efetuarão-se cinco coletas aleatórias de amostras foliares nas parcelas, em épocas previamente definidas. Foram coletadas, separadamente, amostras do terço superior e do terço inferior, de cada planta amostrada.

A primeira amostragem foi feita antes da primeira pulverização, para se caracterizar o estado nutricional das plantas. As demais amostragens, 2.^a, 3.^a, 4.^a e 5.^a, foram efetuadas, no máximo, até uma semana após cada aplicação dos tratamentos, porém nunca menos que 24 horas, após a pulverização, conforme FÁVARO (1992).

Foram coletadas duas amostras por parcela, separadas em terço inferior e terço superior. Foram retiradas duas folhas por planta (uma de cada lado voltado para as "ruas", entre as linhas de plantio), num total de 10 folhas por amostra.

As folhas foram coletadas, aleatoriamente, do terceiro par de folhas dos ramos frutíferos (plagiotrópicos). Foi considerado o primeiro par o que apresentou folhas com cerca de 2,5 cm de comprimento (TRANI et alii, 1983 e

PASETO, 1992). Foram colhidas somente folhas sadias, livres de doenças e de ataques de pragas (TRANI et alii, 1983).

Não foram apanhadas amostras, logo após as adubações no solo, ou logo após um período de chuvas intenso.

As amostras foram colhidas no período matinal, das 6:00 às 11:00 horas. Cada amostra foi acondicionada em sacos de papel e identificada. O preparo das amostras foi feito, imediatamente após a colheita. As amostras foram mantidas em geladeira, durante um período de no máximo 24 horas, quando não foi possível prepará-las imediatamente.

3.3.2. Preparo das Amostras

Cada amostra foi submetida a uma lavagem manual, folha por folha, para remoção dos excessos de calda Viçosa, poeiras, e outras sujeiras, em água corrente de torneira, sendo evitados jatos fortes, conforme FAVARO (1992) e WALSH e BEATON (1974). Em seguida, foram imersas em água destilada durante cinco minutos, colocadas em sacos de papel e levadas a secar em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 70 a 75°C, até obtenção de peso constante (JONES JR. et alii, 1991).

Após pesadas, as amostras foram moídas em moinho com peneira número 20 (ABNT), de facas e cabeçote de aço inoxidável, para evitar possíveis contaminações do material vegetal. Após a moagem, cada amostra foi homogeneizada, acondicionada em saco de papel, identificada e armazenada

até a análise.

Antes da pesagem das amostras para mineralização, estas foram submetidas, novamente, a estufa com circulação forçada de ar (de 70 a 75°C) e resfriadas em dessecador, para eliminar a umidade que as amostras pudessem ter adquirido, durante o período de armazenamento.

As amostras foram submetidas à mineralização nítrico-perclórica e nos extratos foram dosados Cu e Zn, sendo o B dosado, mediante mineralização por via seca (mufla). O Cu e o Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o B, pelo método colorimétrico da curcumina, conforme MALAVOLTA et alii (1989).

3.4. Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, conforme ALVAREZ V. (1985), COMES (1990) e STEVENSON (1986), em nível de 1 e 5% de probabilidade. Inicialmente, fez-se a Análise de Variância e posteriormente fez-se a Análise de Regressão para as diferentes concentrações da calda Viçosa e para a variação dos componentes sulfato de cobre e sulfato de magnésio, dentro da composição da calda Vicosa. Foram também analisadas, mediante contrastes, a presença e a ausência dos componentes: uréia na calda Viçosa em presença de KCl, ácido bórico, sulfato de zinco e da adição de KCl na calda Viçosa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito da Calda Viçosa

4.1.1. Teor Foliar de Boro

A variação na concentração da calda Vicosa não teve efeito significativo sobre os teores de boro foliar (Figura 1), exceto no terço inferior das plantas, na segunda aplicação dos tratamentos (terceira época de amostragem, Figura 1.B), caso, em que se obteve o ajuste de uma equação (B1) estatisticamente significativa. Nota-se que o teor de boro diminuiu, inicialmente, com o aumento da concentração da calda Vicosa, atingindo um mínimo (nível 0,42), voltando a aumentar, até o limite testado. Observa-se que, nas condições do estudo realizado, o melhor tratamento foi a calda Vicosa na sua concentração inicial (nível 1.0). Assim, o resultado obtido carece de confirmação. Há que se observar que, ao início do experimento, os teores foliares de boro encontravam-se em um nível adequado, dentro da faixa de 41 a 90 $\mu\text{g/g}$, conforme MALAVOLTA (1986).

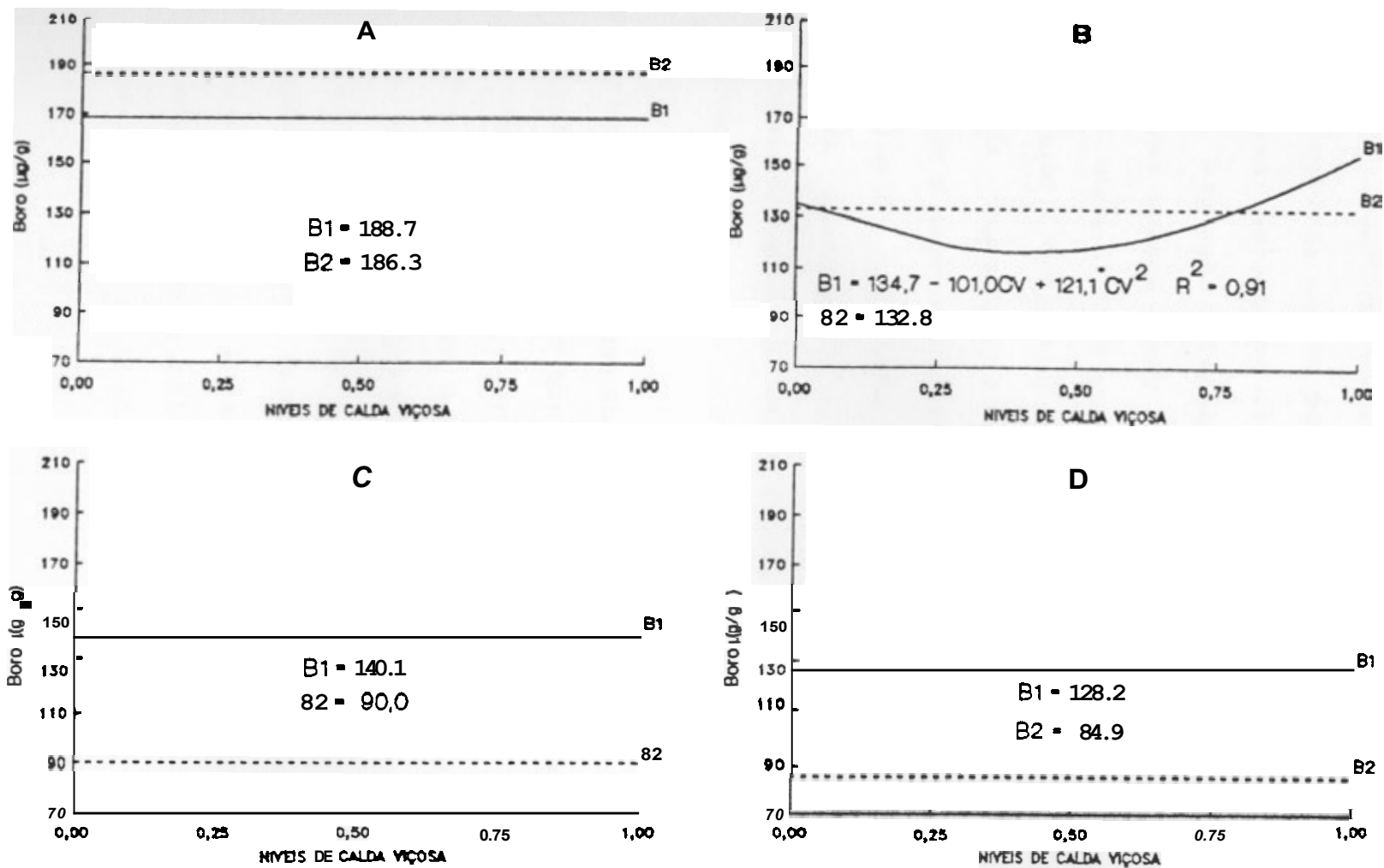


FIGURA 1 - Teor de Boro nas Folhas dos Terços Inferior (B1) e Superior (B2) de Cafeeiros, em Função dos Níveis de Calda Viçosa nas Épocas de Amostragem 2ª (A), 3ª (B), 4ª (C) e 5ª (D).

4.1.2. Teor Foliar de Cobre

O aumento da concentração da calda Viçosa, em todas as aplicações, elevou os teores foliares de cobre. Nas duas primeiras aplicações (Figura 2, A e B), o crescimento foi linear. Nas duas últimas (Figura 2, C e D), o comportamento da curva passou a ser ora quadrático, ora raiz-quadrático. Nestas duas últimas aplicações (quarta e quinta épocas de amostragem), os teores de cobre foram crescentes até o nível 0,68 da concentração da calda Vicosa, a partir do qual passaram a decrescer com o aumento da concentração da calda. Inicialmente, a baixas concentrações da calda, a absorção aumentou rapidamente e, em seguida, tendeu a estabilidade (incrementos menores, ou de crescimento lento) com o aumento da frequência das pulverizações, provavelmente, atingindo um ponto de saturação. Além do mais, é possível que tenha entrado em ação um mecanismo regulador, limitando a absorção de cobre, uma vez que as plantas necessitam de pequena quantidade deste micronutriente (SALISBURY e ROSS, 1991). LOTT (1961) considera o nível limiar de 4 $\mu\text{g/g}$ de Cu foliar para cafeeiros, enquanto MALAVOLTA (1986) considera níveis adequados de Cu foliar a faixa de 6 a 10 $\mu\text{g/g}$. Já JONES JR. et alii (1991) consideram a faixa de 10 a 50 $\mu\text{g/g}$ de Cu como suficiente. Os teores, obtidos antes das aplicações, encontram-se no limite inferior dos níveis adequados citados, isto é, em torno de 10 $\mu\text{g/g}$.

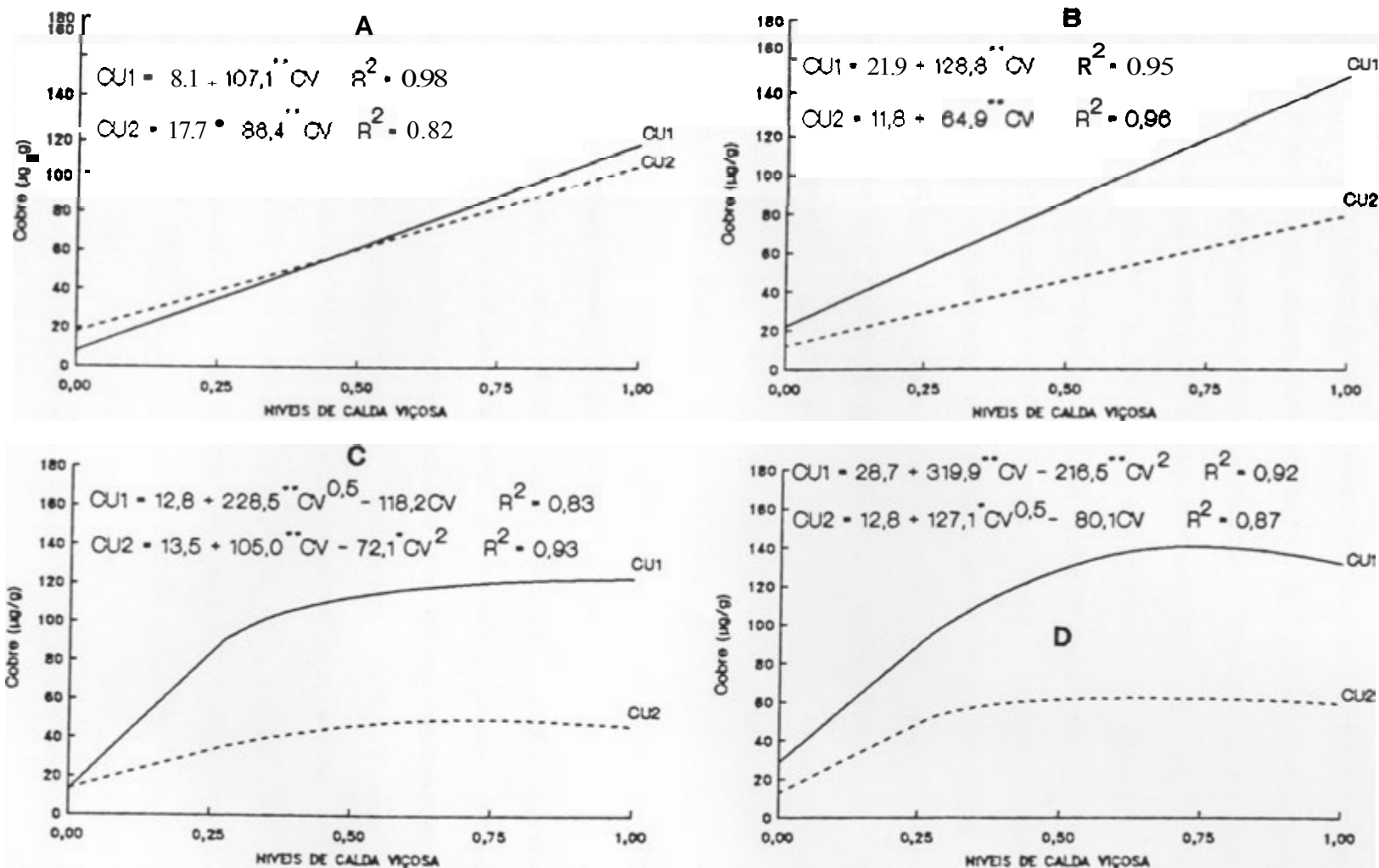


FIGURA 2 - Teor de Cobre nas Folhas dos Terços Inferior (CU1) e Superior (CU2) de Cafeeiros, em Função dos Níveis de Calda Viçosa nas Épocas de amostragem 2ª (A), 3ª (B), 4ª (C) e 5ª (D).

4.1.3. Teor Foliar de Zinco

Com o aumento da concentração da calda Vicosa, o teor foliar de zinco aumentou em todas aplicações, resultando em equações, estatisticamente, significativas. A absorção assumiu um comportamento linear crescente, no terço inferior, até a segunda aplicação (terceira amostragem foliar) (equações ZN1, Figura 3, A e B) e no terço superior na segunda aplicação (ZN2, Figura 3.B). O comportamento foi quadrático crescente na primeira aplicação para o terço superior (ZN2, Figura 3.A) e na quarta aplicação para o terço inferior (ZN1, Figura 3.D), raiz-quadrático crescente para a terceira aplicação, tanto no terço inferior quanto no superior (Figura 3.C) e na quarta aplicação para o terço superior (ZN2, Figura 3.D).

De modo geral, a absorção foliar de zinco seguiu comportamento semelhante ao obtido para a absorção de cobre. Inicialmente, aumentou rapidamente (em concentrações menores), e depois tendeu a estabilidade (incrementos menores, ou crescimento lento e até mesmo decrescentes após a quarta pulverização, Figura 3.D, em maiores concentrações), com o aumento da frequência das aplicações, provavelmente, atingindo um ponto de saturação. Além do mais, é possível que tenha entrado em ação um mecanismo regulador, limitando a absorção de zinco, semelhante ao mecanismo de absorção de cobre. Em virtude deste comportamento semelhante, KOCHIAN (1991) especula que o sítio de absorção de zinco e de cobre seja o mesmo. LOTT (1961) considera o nível limiar de 10 µg/g de Zn foliar para

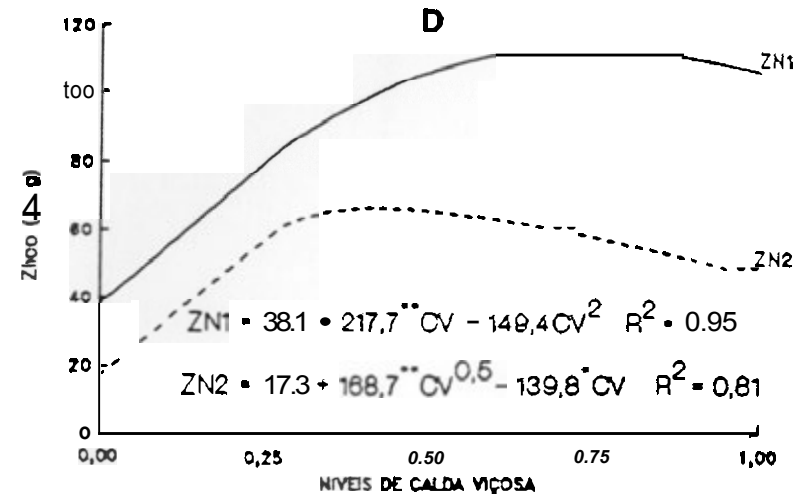
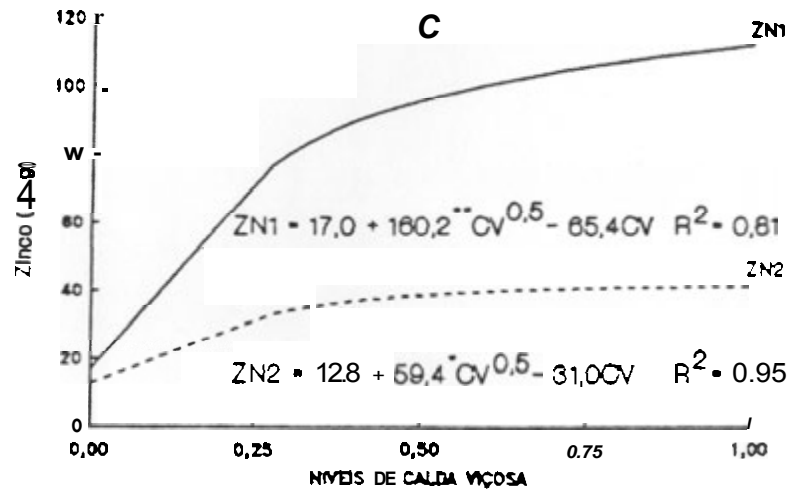
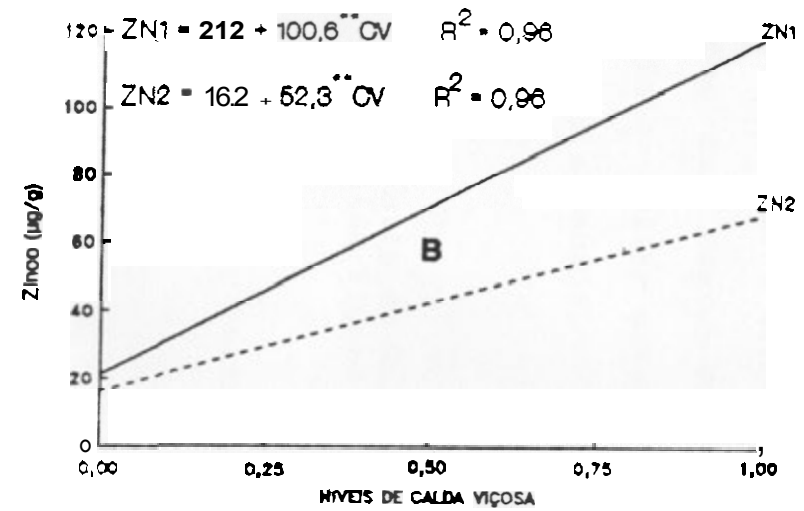
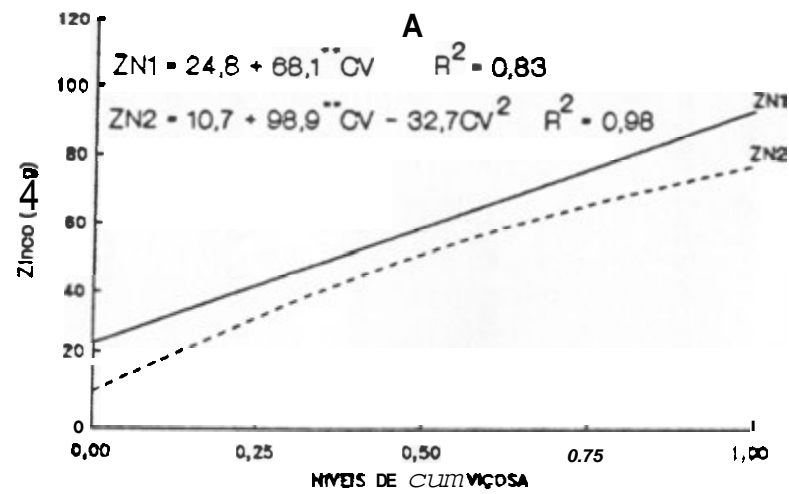


FIGURA 3 - Teor de Zinco nas Folhas nos Terços Inferior (ZN1) e Superior (ZN2) de Cafeeiros, em Função dos Níveis de Calda Vçosa nas Épocas de Amostragem 2ª (A), 3ª (B), 4ª (C) e 5ª (D).

cafeeiros, MALAVOLTA (1986) julga níveis adequados de Zn foliar a faixa de 11 a 20 $\mu\text{g/g}$ e JONES JR. et alii (1991) consideram a faixa de 15 a 200 $\mu\text{g/g}$ de Zn como suficiente. Com base nestes valores, pode-se afirmar que os teores de zinco foliar estavam, ao início do experimento, abaixo do nível adequado.

4.2. Efeito do Sulfato de Magnésio dentro da Composição da Calda Viçosa

4.2.1. Teor Foliar de Boro

O aumento da concentração de sulfato de magnésio na composição da calda Viçosa não apresentou efeito significativo nos teores de boro foliar. Estes resultados parecem sugerir que o sulfato de magnésio não interfere na absorção foliar de boro (Figura 4).

4.2.2. Teor Foliar de Cobre

A variação da concentração de sulfato de magnésio dentro da composição da calda Viçosa apresentou efeitos decrescentes nos teores de cobre foliar, em todas as aplicações, resultando em equações de regressão significativas. Nas duas primeiras aplicações (exceto no terço superior - CU2 da Figura 5.B, que não foi significativo), no terço superior da terceira aplicação

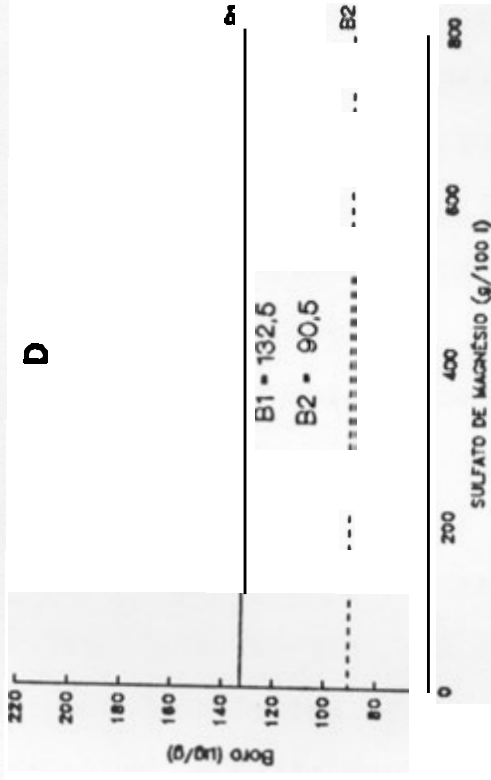
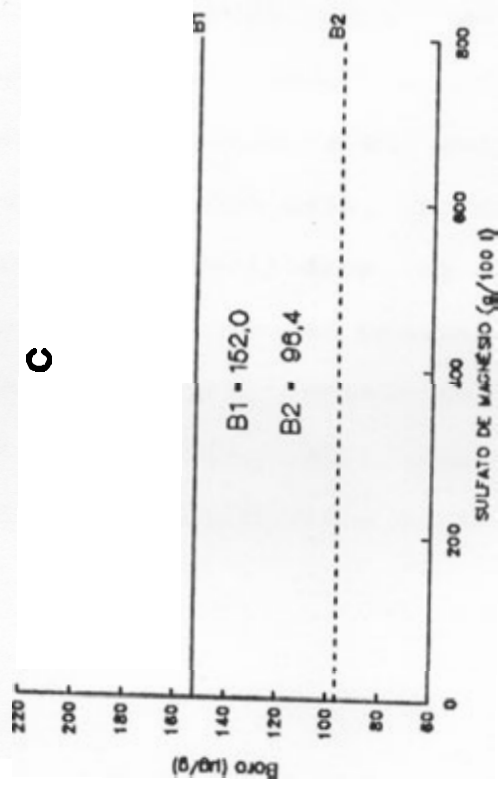
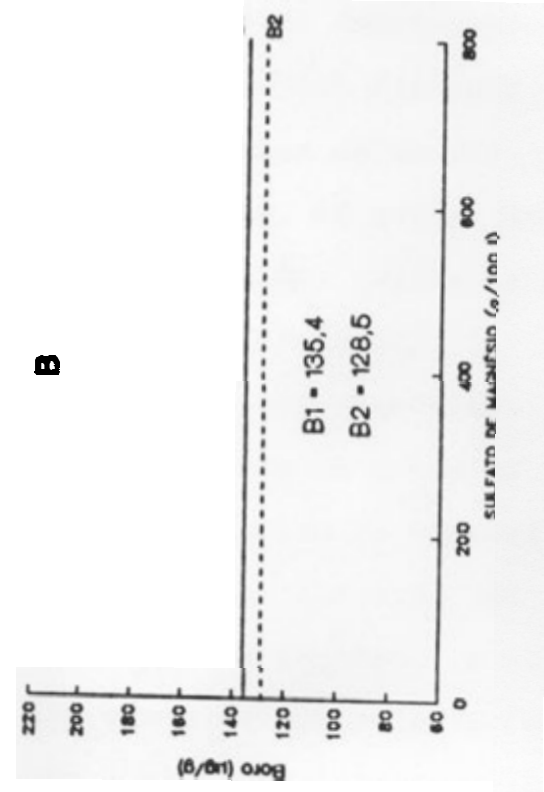
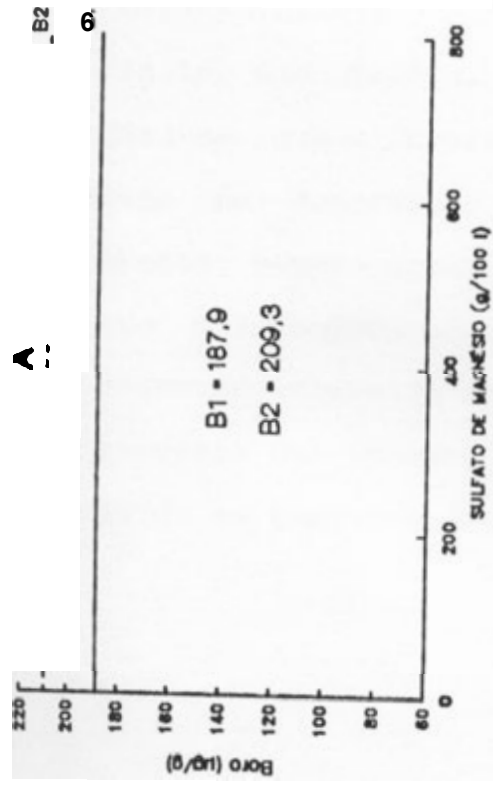


FIGURA 4 - Teor de Boro nas Folhas dos Terços Inferior (B1) e Superior (B2) de Cafeeiros, em Função do Sulfato de Magnésio nas Épocas de Amostragem 2ª (A), 3ª (B), 4ª (C) e 5ª (D).

(CU2, Figura 5.C) e, no terço inferior da quarta aplicação (CU1, Figura 5.D), o efeito foi raiz-quadrático. O efeito foi quadrático decrescente, no terço inferior da terceira aplicação (CU1, Figura 5.C), e quadrático crescente, no terço superior da quarta aplicação (CU2, Figura 5.D). Este comportamento, em geral, decrescente, provavelmente é devido a um antagonismo existente na absorção foliar, entre cobre e magnésio (MALAVOLTA et alii, 1989), uma vez que os tratamentos que receberam sulfato de magnésio apresentaram menores teores de cobre do que o tratamento n.º 5, onde este sal foi omitido da composição da calda Vicosa. Este efeito negativo na absorção de cobre, via foliar, em razão da presença de magnésio, é até desejável, porque, sob o ponto de vista do controle da ferrugem-do-cafeeiro, é necessário que o cobre e os demais componentes da calda Vicosa de maior efeito fungistático permaneçam por mais tempo aderidos à superfície das folhas, formando uma película protetora. Acredita-se que a importância da utilização do sulfato de magnésio na composição da calda Vicosa seja, porque este componente parece conferir maior estabilidade ao complexo formado pela composição da calda, e que sua presença evita uma absorção excessiva de cobre em curto período de tempo, o que causaria uma toxidez foliar (POMPEI, 1981), uma vez que é exigido em pequenas quantidades (SALISBURY e ROSS, 1991).

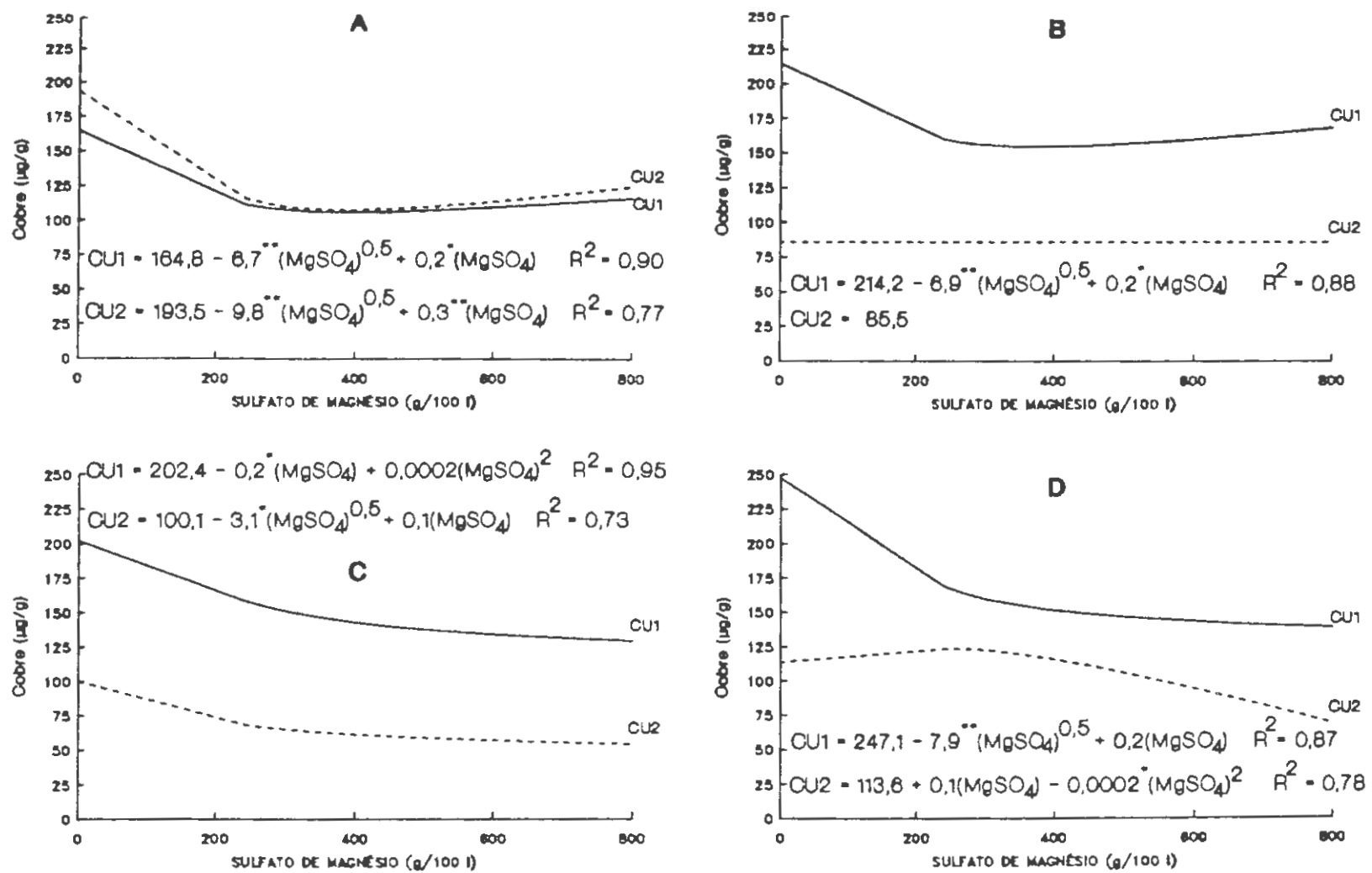


FIGURA 5 - Teor de Cobre nas Folhas dos Terços Inferior (CU1) e Superior (CU2) de Cafeeiros, em Função do Sulfato de Magnésio nas Épocas de Amostragem 2ª (A), 3ª (B), 4ª (C) e 5ª (D).

4.2.3. Teor Foliar de Zinco

O aumento da concentração do sulfato de magnésio dentro da calda Vicosa, em quase todas as aplicações, resultou em decréscimo nos teores de zinco foliar, exceto no terço inferior na primeira aplicação (ZN1, Figura 6.A) e nos terços inferior e superior da segunda aplicação (ZN1 e ZN2, respectivamente. Figura 6.B) e na quarta aplicação (ZN2, Figura 6.D), que não apresentaram significância estatística.

As equações não seguiram um comportamento-padrão de resposta, mas todas demonstraram um comportamento negativo (decrecente). em relação ao aumento da concentração do sulfato de magnésio na calda Viçosa (Figura 6, A, C e D). Os maiores teores de zinco foliar foram obtidos. quando da ausência do sulfato de magnésio na composição da calda Viçosa, o que parece ser possível, em razão de um antagonismo existente na absorção foliar, entre os dois elementos, semelhante ao cobre. Segundo MALAVOLTA et alii (1989), o magnésio exerce uma inibição competitiva sobre a absorção de zinco, em virtude de combinar com o mesmo sitio ativo do carreador de zinco, o que justifica este comportamento decrescente.

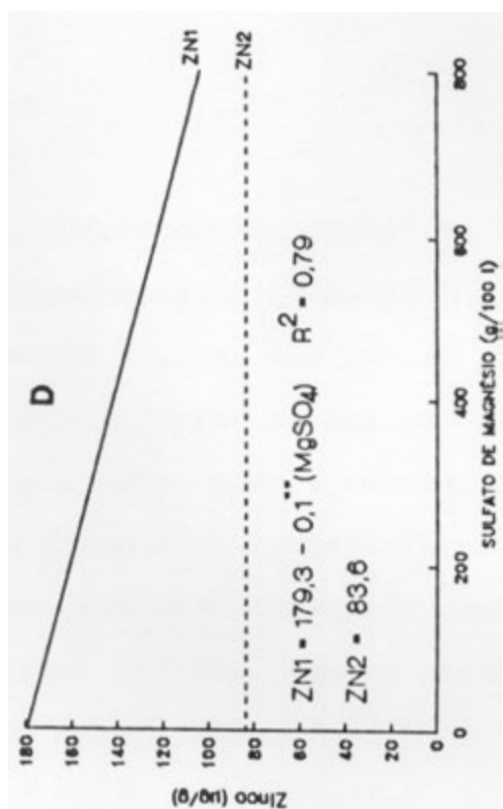
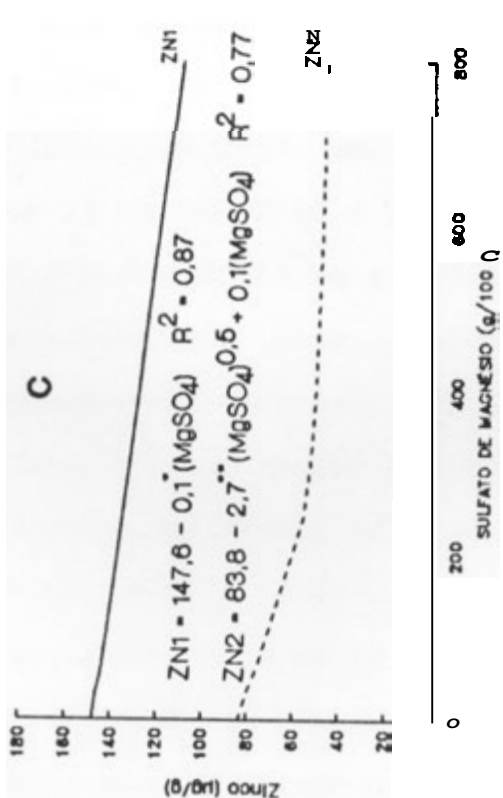
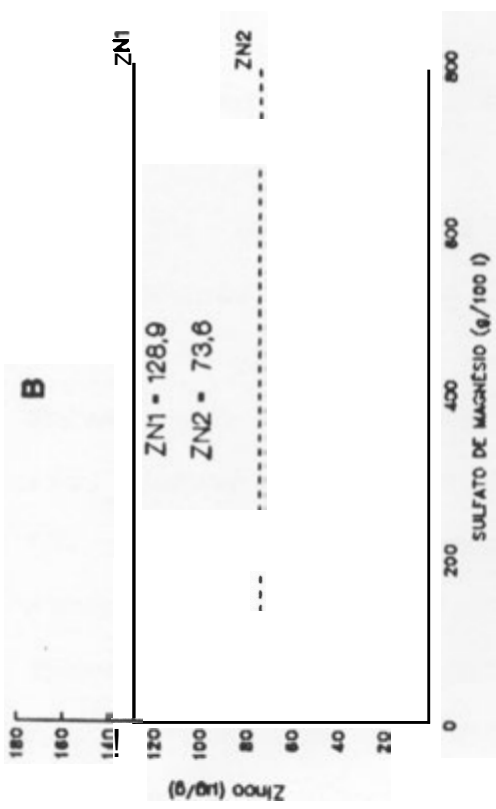
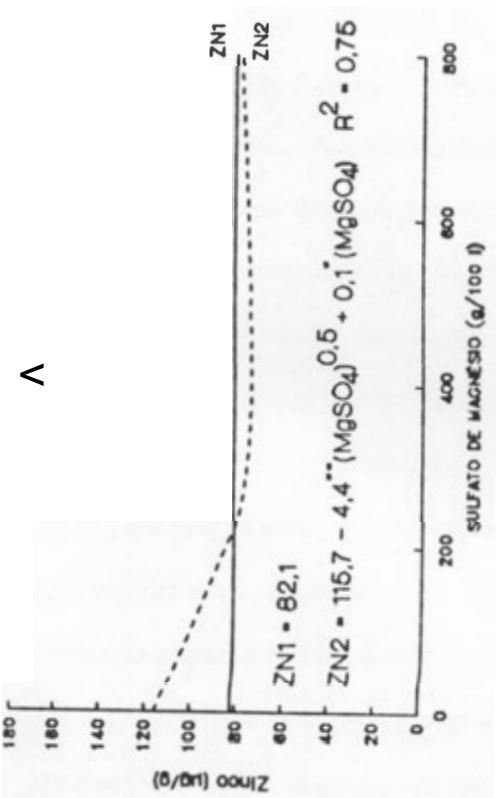


FIGURA 6 - Teor de Zinco nas Folhas dos Terços Inferior (ZN1) e Superior (ZN2) de Cafeeiros, em Função do Sulfato de Magnésio nas Épocas de Amostragem 2ª (A), 3ª (B), 4ª (C) e 5ª (D).

4.3. Efeito do Sulfato de Cobre dentro da Composição da Calda Viciosa

4.3.1. Teor Foliar de Boro

De modo geral, não houve resposta significativa. em consequência do aumento na concentração do sulfato de cobre dentro da composição da calda Viciosa, nos teores de boro foliar, excetuando-se no terço inferior da segunda aplicação (B1, Figura 7.B), e, principalmente, após a quarta aplicação (B1 e B2, boro nos terços inferior e superior, respectivamente, Figura 7.D), onde pode ser observado um nítido decréscimo no teor de boro foliar, com o aumento da concentração do sulfato de cobre. É provável que, com o aumento da frequência do número de pulverizações, o teor de cobre na superfície foliar, e mesmo internamente, tenha acumulado a tal ponto que passou a influenciar, negativamente, na absorção foliar de boro. MALAVOLTA et alii (1989) citam que a presença de boro, cobre e zinco em uma solução, destinada a corrigir deficiência de zinco e de boro e controlar a ferrugem-do-cafeeiro, pode comprometer a absorção de zinco, sendo bastante reduzida, pois o cobre inibe, competitivamente, a absorção de zinco, e o boro causa um efeito depressivo na absorção de zinco. Analisando esta afirmativa, pode-se sugerir que o cobre, de maneira semelhante ao boro em relação a absorção de zinco. estaria, ao longo das pulverizações, causando um efeito depressivo na absorção de boro, sendo este efeito acentuado na última aplicação (Figura 7.D).

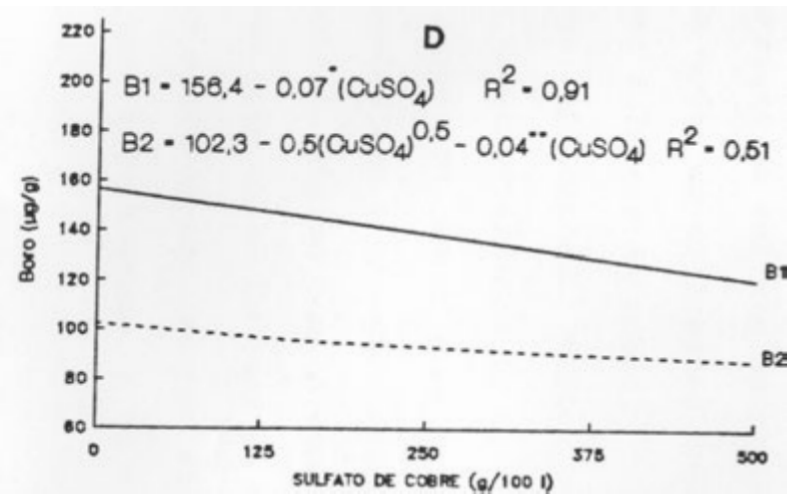
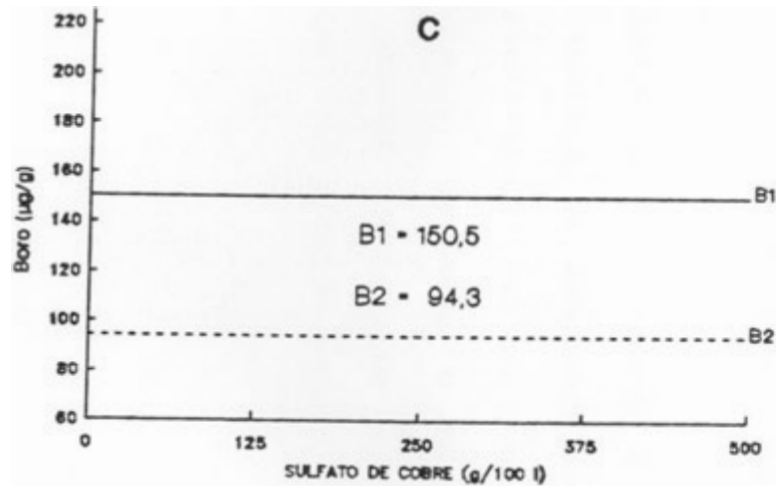
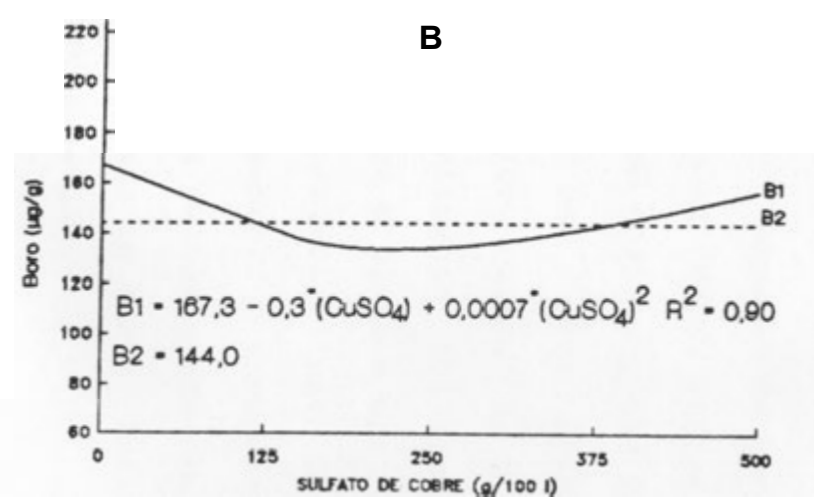
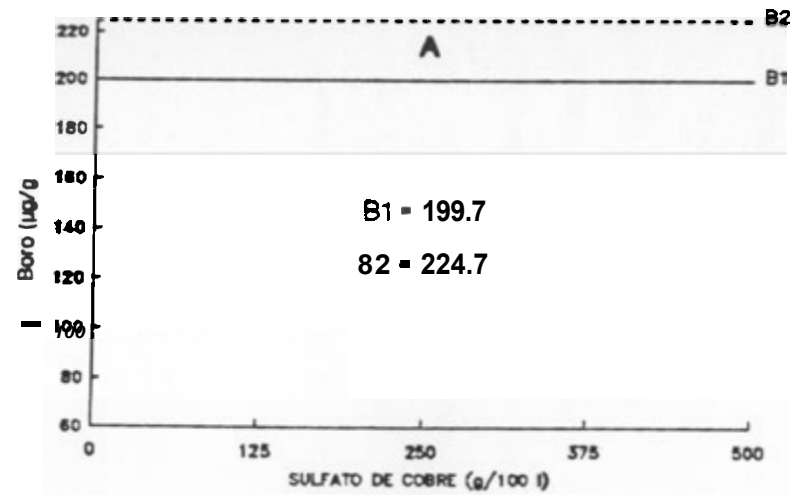


FIGURA 7 - Teor de Boro nas Folhas dos Terço Inferior (B1) e Superior (B2) de Cafeeiros, em Função do Sulfato do Cobre nas Épocas de Amostragem 2ª (A), 30 (B), 40 (C) e 5ª (D).

4.3.2. Teor Foliar de Cobre

O aumento da concentração do sulfato de cobre (CuSO_4) dentro da calda Vicosa, em todas as aplicações, resultou em efeitos positivos nos teores foliares de cobre.

Nas três primeiras aplicações, tanto no terço inferior quanto no terço superior (Figura 8, A, B e C) o comportamento foi linear crescente. Já a quarta aplicação (Figura 8.D) teve efeito quadrático Crescente, sendo que não foi possível atingir um ponto de máximo com as concentrações utilizadas. O comportamento quadrático do teor de cobre na quarta pulverização (quinta época de amostragem, Figura 8.D) efetuada em marco, indica que, inicialmente, o teor de cobre foliar aumentou, linearmente, com a concentração do sulfato de cobre e com as pulverizações, mas, com o aumento da frequência das pulverizações, tendeu à estabilidade (incrementos menores), provavelmente, próximo de atingir um ponto de saturação, semelhante ao comportamento do teor de cobre foliar, obtido com a variação da concentração da calda Vicosa. Da mesma forma, é possível afirmar que tenha entrado em ação um mecanismo regulador, limitando a absorção de cobre, uma vez que as plantas necessitam de pequena quantidade deste micronutriente (SALISBURY e ROSS, 1991).

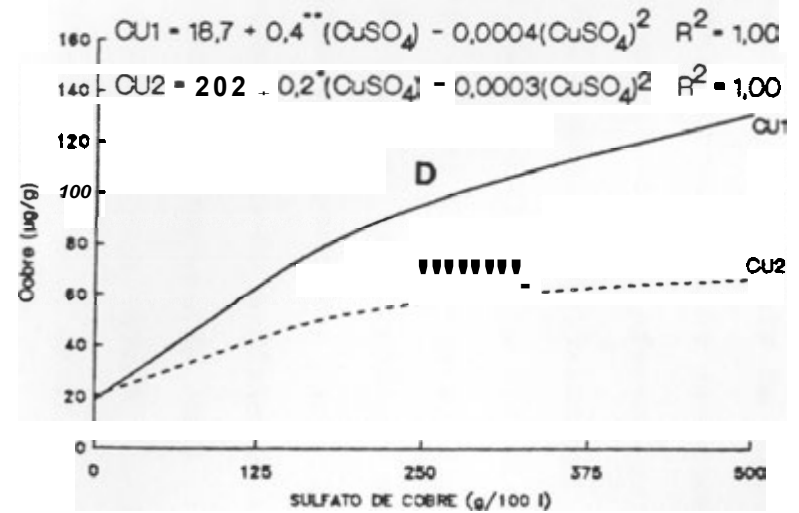
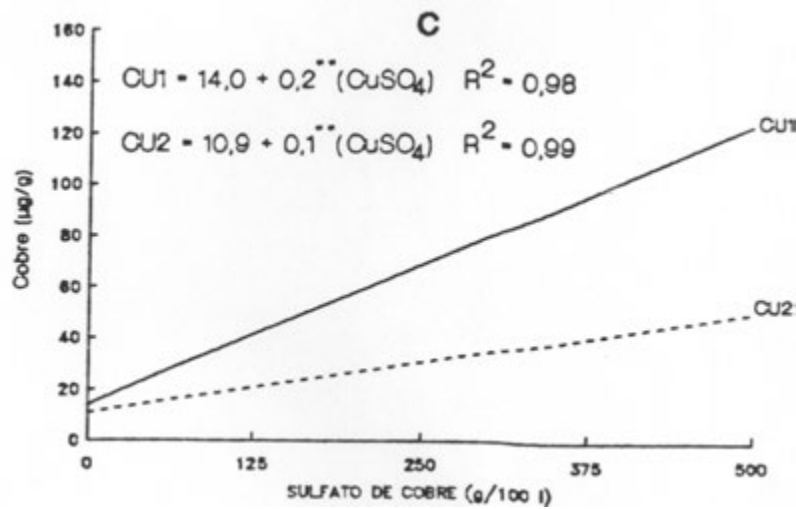
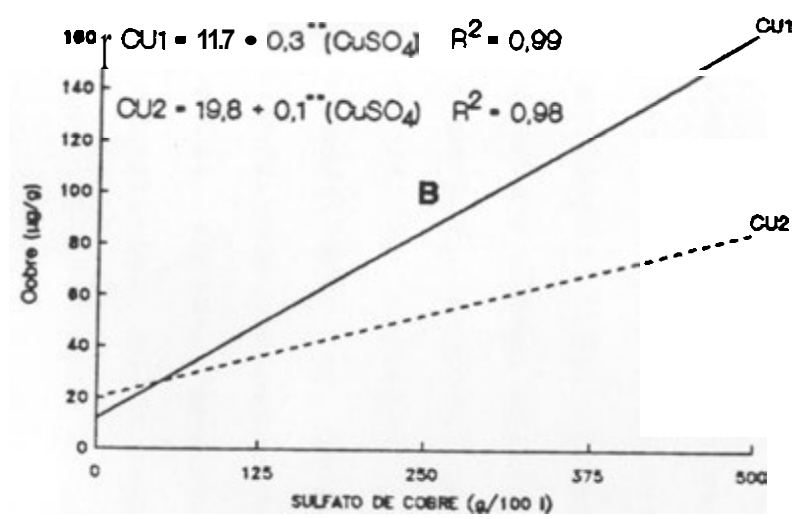
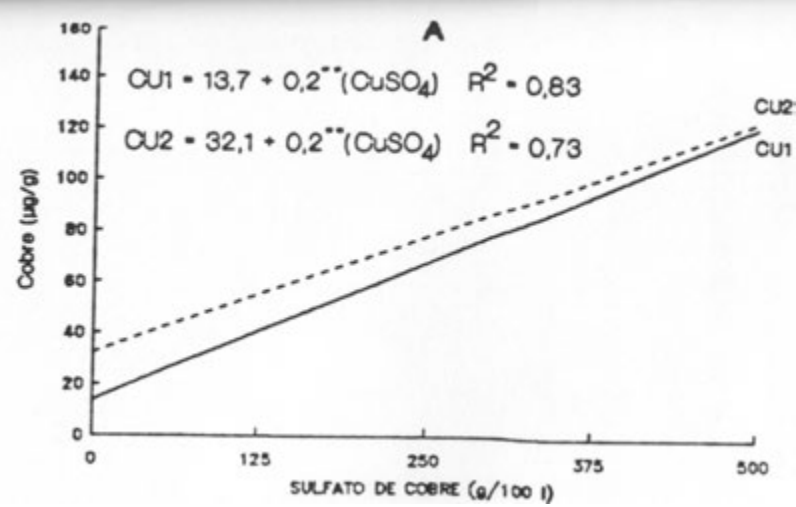


FIGURA 8 - Teor de Cobre nas Folhas dos Terços Inferior (CU1) e Superior (CU2) de Cafeeiros, em Função do Sulfato de Cobre nas Épocas de Amostragem 2ª (A), 3ª (B), 4ª (C) e 5ª (D).

4.3.3. Teor Foliar de Zinco

O aumento da concentração do sulfato de cobre (CuSO_4) dentro da calda Viçosa resultou em efeitos decrescentes nos teores foliares de zinco, para o terço inferior da segunda aplicação (ZN1, Figura 9.B), mas, principalmente, para a quarta e última aplicação (ZN1 e ZN2, terço inferior e terço superior, respectivamente, Figura 9.D). Não se ajustou uma curva de regressão padrão para as aplicações, mas todas demonstraram um comportamento decrescente nos teores de zinco, com o aumento da concentração do sulfato de cobre na calda Viçosa, mostrando a existência de uma inibição competitiva, entre estes dois elementos. BOWEN (1981) propôs que os ions Cu e Zn são absorvidos pelo mesmo sistema de transporte. Sendo assim, competem pelo mesmo sitio de absorção, inibindo-se, mutuamente, comportamento confirmado por MALAVOLTA et alii (1989) e KOCHIAN (1991).

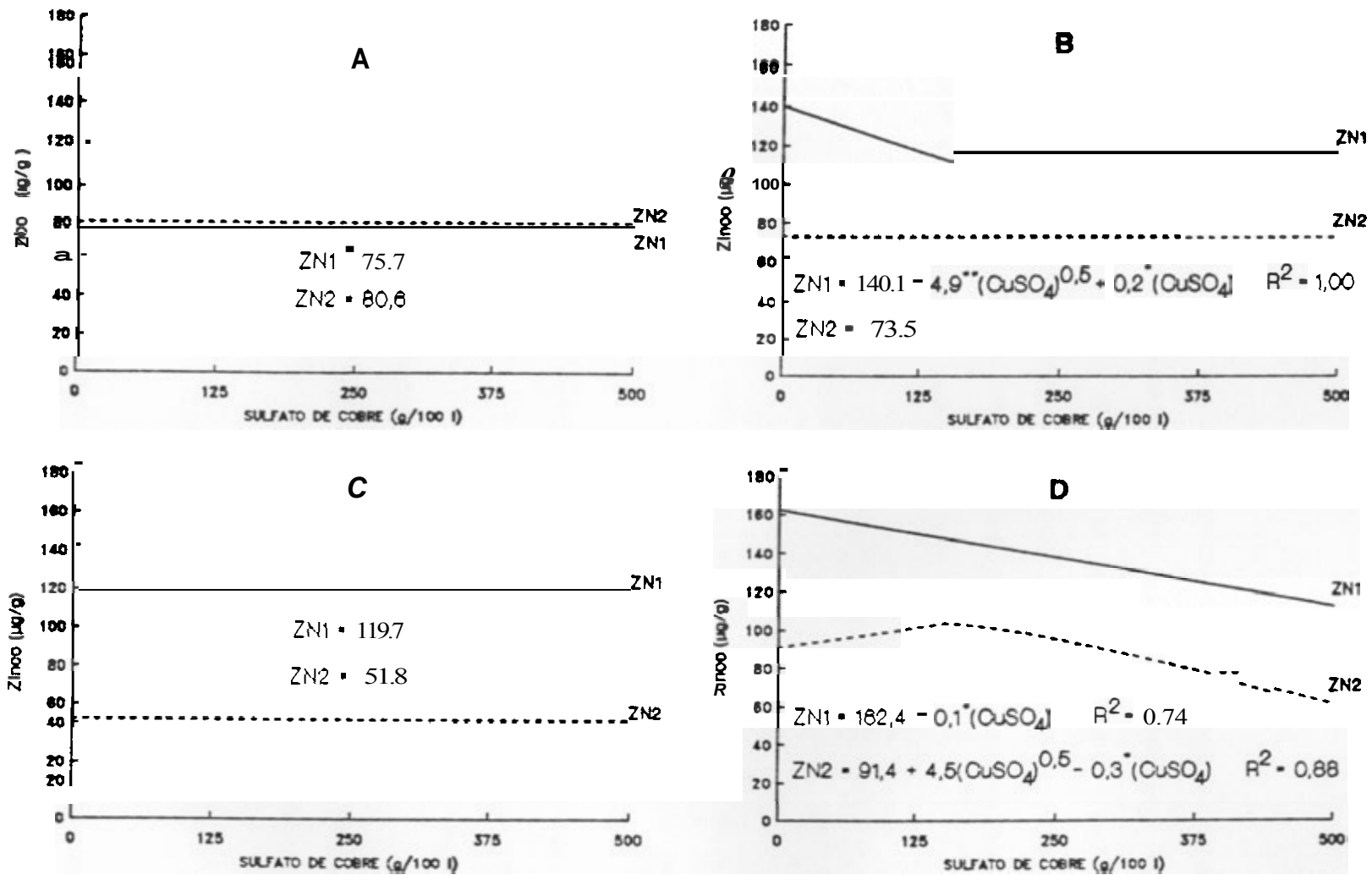


FIGURA 9 - Teor de Zinco nas Folhas dos Terços Inferior (ZN1) e Superior (ZN2) de Cafeeiros, em Função do Sulfato de Cobre nas Épocas de Amostragem 2ª (A), 3ª (B), 4ª (C) e 5ª (D).

4.4. Produção de Café-Cereja

4.4.1. Calda Viçosa

A variação da concentração da calda Vicosa não apresentou efeito significativo na produtividade de café-cereja (Figura 10.A), quando observado o fator nutricional. Deve-se levar em conta que estão sendo considerados dados de produção de um único ano. É possível que esta variação venha a ser significativa nas próximas safras.

4.4.2. Sulfato de Magnésio

A variação da concentração de sulfato de magnésio na composição da calda Vicose não teve efeito significativo na produtividade de café-cereja, quando observado o fator produção (Figura 10.B) em função direta da concentração de sulfato de magnésio. Porém, quando testado em contraste, o efeito da presença e da ausência do sulfato de magnésio na calda Viçosa (tratamentos 1 vs 5) resultou num efeito, estatisticamente, significativo em nível de 5% (a ausência deste sal na calda resultou em maior produtividade).

4.4.3. Sulfato de Cobre

A variação da concentração do sulfato de cobre na composição da calda Viçosa sobre a produtividade resultou em efeito positivo e significativo, ajustando-se muito bem a um

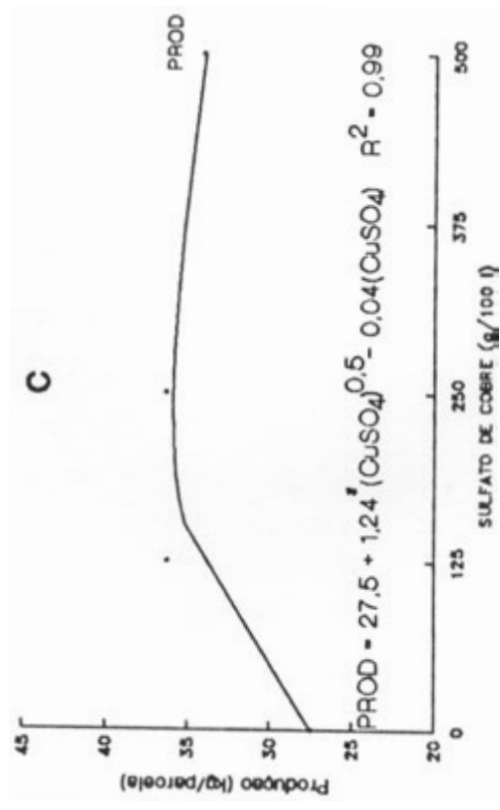
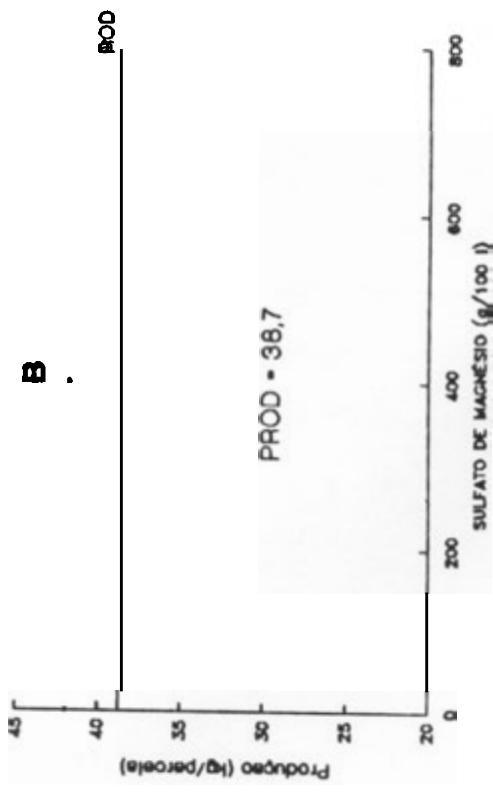
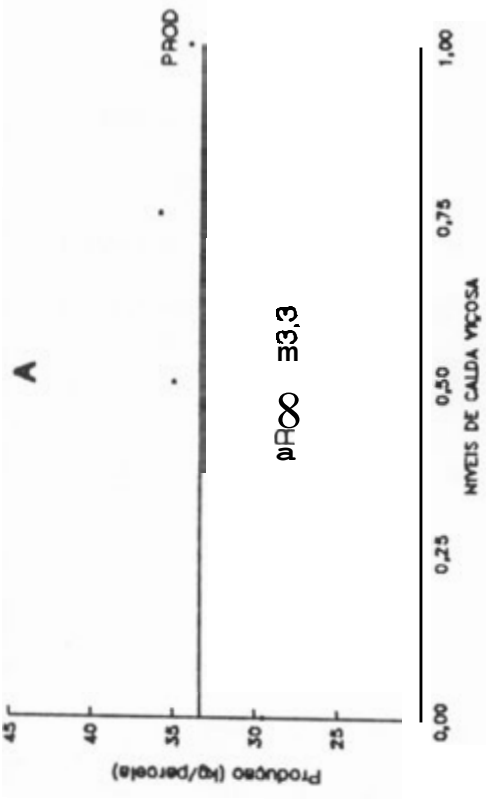


FIGURA 10 - Produtividade de Café-Cerejeira, em Função da Variação dos Níveis de Calda Viçosa (A), da Variação das Doses de Sulfato de Magnésio (B) e da Variação das Doses de Sulfato de Cobre (C), após Quatro Aplicações dos Tratamentos.

modelo raiz-quadrático (Figura 10.C). Pela equação ajustada, a dose econômica de sulfato de cobre foi de 34,5 g de $\text{CuSO}_4/100$ litros de calda, resultando numa produtividade de 33,4 kg de café-cereja/parcela. A dose que proporcionou máxima produtividade foi de 240,3 g de $\text{CuSO}_4/100$ litros de calda, resultando numa produtividade máxima de 37,1 kg de café cereja/parcela. Estes resultados indicam que a dose de sulfato de cobre, empregada na calda Vicosa, é excessiva sob o ponto de vista nutricional.

4.5. Alterações na Composição da Calda Viçosa

4.5.1. Presença e Ausência do Ácido Bórico

Os contrastes, testados quanto à presença e à ausência de ácido bórico na calda Viçosa (tratamentos 1 x 12), não foram significativos. Isto está de acordo com os resultados, obtidos por PEREIRA et alii (1975), uma vez que os tratamentos não diferiram da testemunha.

4.5.2. Presença e Ausência do Sulfato de Zinco

Os contrastes, testados quanto à presença e à ausência de sulfato de zinco na calda Vicosa (tratamentos 1 x 11), não foram significativos quanto ao teor de boro foliar e sobre a produtividade, mas mostraram-se significativos e negativos quanto aos teores de cobre

foliar, quando da presença de sulfato de zinco. nas duas últimas pulverizações (quarta e quinta amostragens), tanto no terço inferior quanto no superior, em níveis de 1% e de 5%. Isto vem evidenciar a inibição competitiva existente entre os ions cobre e zinco (BOWEN, 1981 e KOCHIAN, 1991).

Quanto ao teor de zinco foliar, apresentou contrastes significativos e positivos, para a presença de sulfato de zinco na composição da calda Vicosa, em todas as épocas de aplicação, em nível de 1%, exceto no terço superior da última aplicação, que foi significativo em nível de 5% de probabilidade. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por PEREIRA et alii (1975).

4.5.3. Presença e Ausência de Cloreto de Potássio

Os contrastes, testados quanto à presença e à ausência de cloreto de potássio na calda Vicosa (tratamentos 1 x 13), não foram significativos. Estes resultados são discordantes dos obtidos por RENA et alii (1990), e FAVARO (1992). mas estão de acordo com COSTA et alii (1989), para a absorção de zinco, via foliar, na presença de cloreto de potássio.

4.5.4. **Presença e Ausência de Uréia na Calda Viçosa. Contendo Cloreto de Potássio**

Os contrastes, testados quanto à presença e à ausência de uréia na composição da calda Viçosa, em presença de cloreto de potássio (tratamentos 13 x 14), não foram significativos. Estes resultados concordam com os obtidos por GARCIA et alii (1980), CHRISTENSEN (1986b), RENA (1989) e FAVARO (1992), e discordam dos obtidos por Yamada, citado por CAMARGO (1970).

4.6. **Variação dos Teores Foliares de Boro, Cobre e Zinco com a Época de Amostragem dentro da Calda Viçosa**

A partir das médias do tratamento 1 (calda Viçosa completa), por época de amostragem (EA), estabeleceu-se a Figura 11, visando observar a variação dos teores de boro, cobre e zinco, com as épocas de amostragens dentro da calda Viçosa. A época de amostragem 1 trata da amostragem anterior à aplicação dos tratamentos.

4.6.1. **Boro**

Os teores de boro tiveram um incremento positivo até a segunda época de amostragem (primeira aplicação), tanto no terço inferior quanto no terço superior (B1 e B2, respectivamente. Figura 11.A). A partir deste ponto, os teores decresceram, provavelmente, em virtude da proximidade da época de granação dos frutos (marco).

4.6.2. Cobre

Os teores de cobre tiveram um incremento positivo até a segunda aplicação (terceira época de amostragem), para o terço superior (CU1, Figura 11.B) e até a primeira aplicação (segunda época de amostragem), para o terço inferior do cafeeiro (CU2, Figura 11.B), em função da época de amostragem. Já na quarta e quinta épocas de amostragem o comportamento foi semelhante, provavelmente, em consequência da proximidade da época de granação dos frutos.

4.6.3. Zinco

Os teores de zinco tiveram, a semelhança do cobre, um incremento positivo até a terceira época de amostragem, tanto para o terço inferior quanto para o superior (ZN1 e ZN2, respectivamente, Figura 11.C), decrescendo nas épocas de amostragem seguintes (quarta e quinta épocas), provavelmente, em virtude da proximidade da época de granação dos frutos.

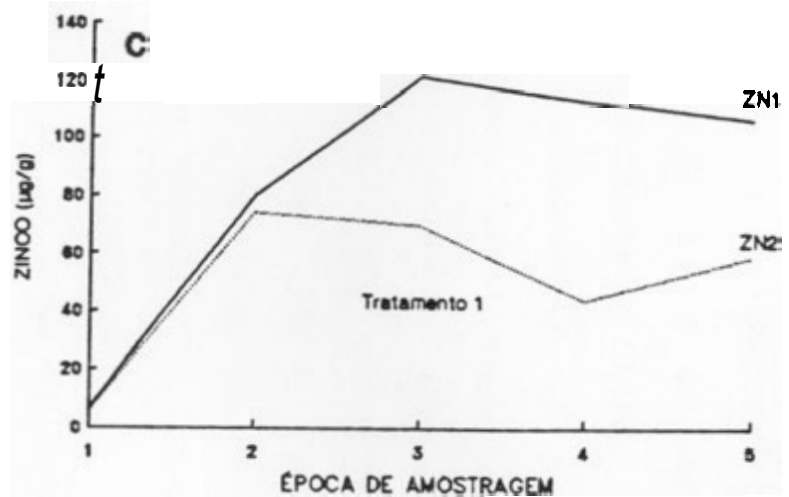
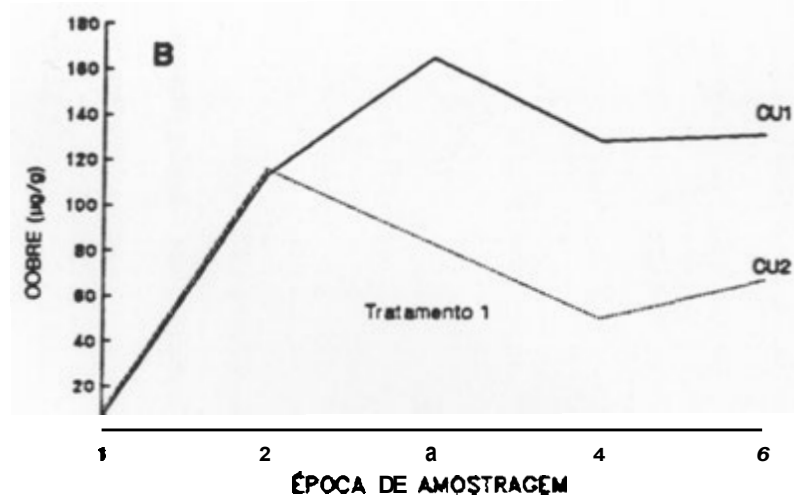
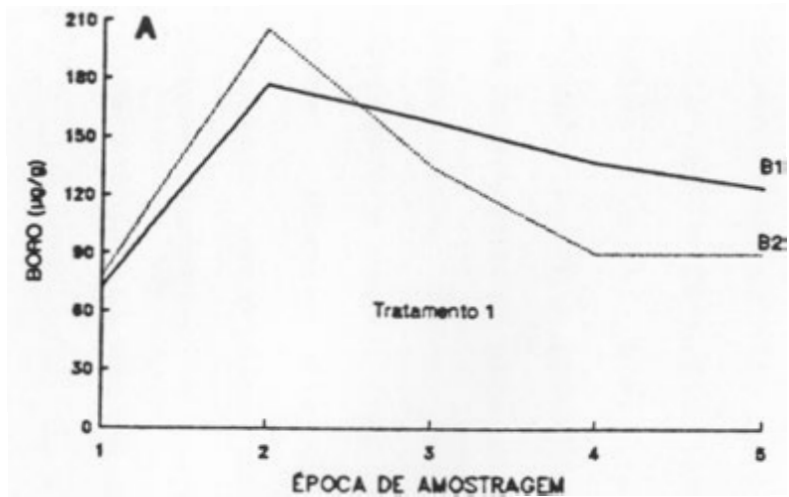


FIGURA 11 - Teor de Boro (A), Cobre (B) e Zinco (C) nas Folhas dos Terços Inferior (B1, CU1 e ZN1, Respectivamente) e Superior (B2, CU2 e ZN2, Respectivamente) de Cafeeiros, na Calda Viçosa Completa (Tratamento 1), em Função da Época de Amostragem.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho consistiu em estudar, em condições de campo, a calda Vicososa, aplicada em diferentes concentrações e alterações de sua composição química original, variando a concentração do sulfato de magnésio e do sulfato de cobre, e, mediante contrastes, a presença e a ausência do sulfato de zinco, do ácido bórico, do cloreto de potássio e da uréia, na presença de cloreto de potássio na calda Vicososa. sobre os teores foliares de boro, cobre e zinco e sobre a produtividade de café-cereja, em cafeeiros. Os tratamentos, dispostos em blocos casualizados com quatro repetições, foram realizados, mensalmente, nos meses de dezembro a março. Cada unidade experimental foi composta de cinco plantas úteis. Foram feitas cinco amostragens foliares, espaçadas de 30 dias, coletando-se folhas dos terços inferior e superior, em separado. A produção de café-cereja foi obtida ao final do experimento.

A variação da concentração da calda Vicososa causou efeitos significativos e positivos nos teores foliares de cobre e zinco. Não foram verificados efeitos sobre o teor

foliar de boro e sobre a produtividade de café-cereja.

O aumento da concentração do sulfato de magnésio na calda Viçosa resultou em decréscimos nos teores foliares de cobre e zinco. Não foram verificados efeitos sobre o teor foliar de boro e sobre a produtividade de café-cereja.

O aumento da concentração do sulfato de cobre na calda Viçosa apresentou efeito negativo nos teores foliares de boro (na quinta época de amostragem) e de zinco e, positivo nos teores foliares de cobre em todas as aplicações dos tratamentos. O aumento da concentração do sulfato de cobre apresentou efeito positivo na produtividade de café-cereja, sendo a dose econômica de sulfato de cobre recomendável na calda, igual a 34,5 g/100 litros de calda Vicosa.

A uréia, o cloreto de potássio e o ácido bórico não promoveram efeitos significativos quanto aos teores foliares de boro, cobre e zinco, e sobre a produtividade de café-cereja. Contrariamente, o sulfato de zinco teve efeito positivo, no teor de zinco, e negativo, no teor de cobre.

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Maiores estudos fazem-se necessários sobre a composição e a concentração da calda Viçosa e sua influência sobre os teores foliares dos micronutrientes boro, cobre e zinco sob o ponto de vista nutricional, considerando-se o aspecto fitossanitário.

- Há existência de antagonismo do sulfato de magnésio, em solução de pulverização sobre os teores foliares de cobre e de zinco, e a existência de inibição competitiva, entre cobre e zinco, em soluções de pulverização.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ V., V.H. **Avaliação da fertilidade do solo (Superfície de resposta-modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta)**, Vicosa. Imprensa Universitária da U.F.V., 1985. 75p. (Boletim 228.)
- BERGER, K.C. & TRUOG, E. Boron deficiencies as revealed by plant and soil tests. *J. Amer. Soc. Agron.* 32:297-301, 1940.
- BOWEN, J.E. Kinetics of active uptake of boron, zinc, copper and manganese in barley and sugarcane. *J. Plant Nutr.*, 3:215-223, 1981.
- CAMARGO, P.N. **Princípios de nutrição foliar**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda., 1970. 118p.
- CATANI, R.A. & JACINTHO, A.O. **Análise química para avaliar a fertilidade do solo**. Piracicaba, ESALQ, 1974. 57p. (Boletim Técnico Científico 37.)
- CHRISTENSEN, P. Additives don't improve zinc uptake in grapewines. *Calif. Agric.*, 40:22-23, 1986a.
- CHRISTENSEN, P. Boron application in vineyards. *Calif. Agric.*, 40:17-18, 1986b.
- COSTA, P.C.; SANTINATO, A.A.; SENA, C.A.; PARDUCCI, S. **Competição de adubos foliares: orgânicos, quelatizados e saia, no fornecimento de nutrientes (N, K, Mg, S, Zn e B) ao cafeeiro em produção**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17. Maringá, Resumos... Rio de Janeiro, MIC/IBC. p.215-218. 1989.

- CRUZ FILHO, J. da & CHAVES, G.M. **Calda Viçosa** no controle da ferrugem-do-cafeeiro. Vicosa, Imprensa Universitária da UFV, 1985. 22p. (Boletim de Extensão 51.)
- DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. Análise química do solo (**Metodologia**). Vicosa, UFV, Impr. Univ., 1981. 17p. (Boletim de Extensão 29.)
- FAVARO, J.R.A. Crescimento e produção de *Coffea arabica* L. em resposta à nutrição foliar de zinco na presença de cloreto de potássio., Vicosa, Universidade Federal de Vicosa, 1992. 91p. (Tese M.S.)
- FRANCO. C.M. Micronutrientes na cultura do cafeeiro. In: **FUNDAÇÃO CARGIL - Micronutrientes**, Campinas, 1982. 124p.
- FRANKE, W. Mechanisms of foliar penetration of solutions. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 18:281-300. 1967.
- GARCIA, A.W.R.; MARTINS, M.; TOLEDO, A.R. Notas sobre absorção de zinco e boro, via foliar, pelo cafeeiro, na presença de outros sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS **CAFFKIRAS**, 8. **Camps** do Jordão. Resumos... Rio de Janeiro. MIC/IBC, 1980. p.1-2.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental** 13.^a ed., São Paulo, Livraria Nobel S.A. Editora-Distribuidora, 1990. 468p.
- JARAMILLO, T. Esquemas, métodos de aplicação e translocação de fungicidas no controle da ferrugem-do-cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.); Vicosa. Univeraidade Federal de Vicosa. 1988. 69p. (Tese de M.S.)
- JONES JR., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook. a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide.**, Athens - Georgia (USA), Micro-Macro Publishing, Inc., 1991. 213p.
- KANNAN, S. Foliar absorption and transport of inorganic nutrients. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 4:341-375. 1986.
- KOCHIAN, L.V. Mechanisms of micronutrient uptake and translocation in plants. In: **Micronutrients in agriculture** 2nd. ed., Madison, Soil Science Society of America, Inc. 1991. p.229-296.
- LOTT, W.L. Levantamento de cafezais em São Paulo e no Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Res. Inst. 1961. 69p. (Boletim 25.)
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda., 1980. 254p.

- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1986. p.165-274.
- 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.
- PASETO, L.A. Amostragem de folhas do cafeeiro para análise química. In: **Folha Rural Cooxupé**. Guaxupé, Cooperativa Regional de Cafeicultores. Ano XXII (165). jan.1992. p.12.
- PEREIRA, J.E.; MATIELLO, J.B.; MIGUEL, A.E. Fontes e modo de aplicação de zinco e boro na adubação mineral do cafeeiro, em solo Latosolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3. Curitiba. Resumos...** Rio de Janeiro, MIC/IBC, 1975. p.203-205.
- POMPEI, F. Contribuição à nutrição foliar de culturas. In: **1.º Simpósio de Adubação Foliar**. Botucatu. Resumos..., Botucatu, 1981. p.27-28.
- RENA, A.B. Adubação foliar no cafeeiro. *Inf. Agron.*, 46: 1-2. 1989.
- RENA, A.B.; CORDEIRO, A.T.; ALVES, J.D. Absorção foliar de zinco pelo cafeeiro na presença de uréia e cloreto de potássio. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16. Espírito Santo do Pinhal. Resumos...** Rio de Janeiro, MIC/IBC, 1990. p.40.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W. *Plant physiology* 4th ed. Belmont, Wadsworth Publishing Company, 1991. 682p.
- SILVA, J.B.S. Verificação do período de correção da deficiência de boro em cafezais através de aplicações associadas e isoladas de calcário e boro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4. Caxambu. Resumos...** Rio de Janeiro, MIC/IBC, 1976. p.213-214.
- STEVENSON, W.J. *Estatística aplicada à administração*. São Paulo, Editora Harbra Ltda., 1986. 495p.
- TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. *Análise foliar, amostragem e interpretação*. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 18p.
- VETTORI, L. *Métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico 7.)
- WALSH, L.M. & BEATON, J.D. *Soil testing and plant analysis* 2nd ed. Madison, Soil Science Society of America, Inc., 1974. 491p.

ZAMBOLIM, L.; CRUZ FILHO, J. da; VALE, F.X. R. do; CHAVES, G.M. Emprego da calda Viçosa na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) para o controle de doenças da parte aérea. Viçosa, Imprensa Universitária da UFV, 1990. 7p. (Boletim de extensão 66.)

APÉNDICE

APÊNDICE A

QUADRO 1A - Teores de Boro ($\mu\text{g/g}$) em Folhas do Terço Inferior de Cafeeiros, nas Diferentes Épocas de Amostragem (Média de Quatro Repetições)

TRATAMENTO	AMOSTRAGEM FOLIAR				
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a
1	72,56	176,64	158,16	137,26	124,29
2	74,26	161,83	119,21	143,61	143,76
3	79,48	158,82	117,67	133,76	127,91
4	75,98	182,30	120,54	143,23	127,32
5	81,25	195,12	132,32	160,16	148,67
6	74,26	194,87	121,07	137,03	131,34
7	72,56	184,85	129,80	173,38	125,55
8	64,34	229,55	164,16	157,68	160,16
9	75,98	196,21	145,76	157,89	146,84
10	79,35	196,24	119,70	148,92	132,30
11	80,91	191,82	156,82	168,85	151,41
12	91,25	174,31	123,33	155,28	111,84
13	96,57	178,83	144,80	184,67	151,20
14	79,19	213,26	133,21	157,26	139,28
15	77,50	164,19	132,37	142,72	117,66

QUADRO 2A - Teores de Boro ($\mu\text{g/g}$) em Folhas do Terço Superior de Cafeeiros, nas Diferentes Épocas de Amostragem (Média de Quatro Repetições)

TRATAMENTO	AMOSTRAGEM FOLIAR				
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a
1	77,61	205,17	134,76	90,21	90,30
2	79,37	178,18	139,39	95,19	81,95
3	86,62	178,85	123,27	88,58	86,25
4	79,37	173,55	132,92	86,05	80,16
5	74,15	215,10	122,17	103,29	88,75
6	86,62	209,85	122,11	95,78	98,19
7	86,62	206,78	135,02	96,09	84,71
8	72,45	226,46	140,41	100,35	101,36
9	75,87	225,26	151,32	92,70	101,97
10	82,74	241,87	149,53	93,68	85,16
11	92,27	182,24	124,21	90,41	76,44
12	84,47	208,96	145,04	103,85	86,08
13	85,34	207,10	155,25	87,11	89,16
14	75,83	233,99	163,27	75,15	77,45
15	84,45	195,62	133,84	89,75	85,87

QUADRO 3A - Teores de Cobre ($\mu\text{g/g}$) em Folhas do Terço Inferior de Cafeeiros, nas Diferentes Épocas de Amostragem (Média de Quatro Repetições)

TRATAMENTO	AMOSTRAGEM FOLIAR				
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a
1	6,66	112,62	164,09	127,88	130,95
2	6,58	89,58	108,17	129,87	155,72
3	7,32	68,85	71,66	81,77	114,69
4	6,70	27,71	61,13	121,55	112,70
5	6,83	166,33	215,85	206,23	250,07
6	6,83	95,43	141,89	151,74	143,06
7	6,83	113,92	164,42	143,97	170,72
8	8,06	15,67	17,88	15,82	19,06
9	6,33	19,22	45,27	45,64	65,52
10	6,74	95,87	78,41	59,20	102,03
11	9,13	120,78	180,21	176,32	230,33
12	7,81	82,49	120,51	112,70	169,46
13	7,15	63,17	136,46	110,89	169,63
14	6,50	110,32	118,21	88,48	156,80
15	7,48	9,64	26,59	9,49	23,23

QUADRO 4A - Teores de Cobre ($\mu\text{g/g}$) em Folhas do Terço Superior de Cafeeiros, nas Diferentes Épocas de Amostragem (Média de Quatro Repetições)

TRATAMENTO	AMOSTRAGEM FOLIAR				
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a
1	8,63	115,46	82,35	49,26	66,61
2	8,63	58,21	54,56	45,46	49,25
3	9,37	76,65	39,42	49,80	68,44
4	8,96	34,81	32,52	39,13	57,75
5	9,04	197,17	88,44	102,09	120,47
6	8,71	81,78	87,78	53,23	107,46
7	9,21	131,59	83,34	75,47	136,01
8	9,29	37,30	17,06	9,67	19,61
9	9,29	28,26	35,97	20,52	46,47
10	7,24	107,73	58,01	33,71	59,74
11	9,95	109,60	109,96	96,43	170,90
12	8,55	70,44	86,79	59,38	83,74
13	8,55	69,37	67,22	52,15	96,43
14	7,40	104,47	78,08	40,40	103,48
15	7,23	19,22	12,28	11,30	12,20

QUADRO 5A - Teores de Zinco ($\mu\text{g/g}$) em Folhas do Terço Inferior de Cafeeiros, nas Diferentes Épocas de Amostragem (Média de Quatro Repetições)

TRATAMENTO	AMOSTRAGEM FOLIAR				
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a
1	6,61	80,00	121,46	113,10	105,96
2	6,98	95,56	102,08	113,34	121,69
3	7,28	54,95	59,62	68,24	99,04
4	7,82	42,49	54,97	99,74	92,94
5	7,45	93,26	151,43	153,96	193,10
6	6,58	71,58	105,20	130,17	136,59
7	7,78	83,40	137,53	128,96	149,92
8	8,05	71,22	139,89	120,97	148,57
9	6,98	44,23	109,15	142,19	164,09
10	13,60	107,33	106,71	102,48	143,95
11	6,64	14,71	16,43	21,45	30,82
12	7,38	64,96	96,65	101,27	144,93
13	7,95	55,10	110,80	106,55	151,68
14	7,58	70,00	77,56	80,21	124,30
15	7,08	21,40	19,29	14,61	35,03

QUADRO 6A - Teores de Zinco ($\mu\text{g/g}$) em Folhas do Terço Superior de Cafeeiros, nas Diferentes Épocas de Amostragem (Média de Quatro Repetições)

TRATAMENTO	AMOSTRAGEM FOLIAR				
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a
1	5,70	74,03	69,78	43,82	58,67
2	5,77	72,66	57,09	36,71	44,03
3	6,41	50,13	35,06	39,37	55,52
4	5,90	29,61	33,81	36,57	82,63
5	6,41	117,59	76,08	85,27	84,66
6	5,10	62,80	76,87	45,87	83,22
7	5,47	86,71	71,36	61,88	107,65
8	5,13	91,09	82,83	54,43	92,58
9	5,40	37,67	69,81	54,83	101,08
10	7,30	119,56	71,09	54,08	107,24
11	5,57	16,36	17,09	15,09	20,49
12	5,23	50,38	73,39	51,14	68,77
13	5,07	52,58	54,66	47,45	81,52
14	6,01	66,98	60,76	36,60	83,34
15	5,10	12,91	16,04	12,35	14,47

QUADRO 7A - Produtividade de Café Cereja (kg/Parcela) por Tratamento, Obtida após Quatro Pulverizações

TRATAMENTO	BLOCOS				MEDIA
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
1	38,5	26,3	36,8	34,7	34,08
2	42,7	31,6	38,0	31,0	35,83
3	35,0	31,0	33,5	40,3	34,95
4	32,6	29,0	36,0	32,2	32,45
5	40,6	33,5	50,0	43,6	41,93
6	47,6	30,0	27,5	43,0	37,03
7	49,2	34,0	43,0	41,2	41,85
8	33,5	31,7	27,5	17,2	27,48
9	39,5	37,5	40,0	27,9	36,23
10	39,6	33,0	42,5	29,9	36,25
11	33,5	32,0	41,5	39,7	36,68
12	44,3	34,0	30,0	38,6	36,73
13	39,0	38,1	37,2	39,5	38,45
14	46,0	28,5	38,3	46,9	39,93
15	29,0	30,0	22,5	36,6	29,53

QUADRO 8A - Análise de Variância do Teor de Boro nas Folhas do Terço Inferior de Cafeeiros, por Época de Amostragem (EA)

FV	GL	QUADRADOS MEDIOS				
		1. ^a EA	2. ^a EA	3. ^a EA	4. ^a EA	5. ^a EA
Trat.	14	235,8	1.465,3	982,8	847,3	783,9
Blocos	3	998,1	3.247,5	1.471,5	2.531,4	823,5
Resíduo	42	213,8	1.513,5	740,4	1.349,7	524,8
C ₁	1	898,6	10,9	2.425,6	649,3	310,0
C ₂	1	139,5	460,7	3,6	1.996,2	1.471,0
C ₃	1	1.152,7*	9,6	357,0	4.494,5	1.448,8
C ₄	1	603,8	2.370,2	288,4	1.501,8	284,1
Total	59					
CV (%)		18,7	20,9	20,2	23,9	16,8

*, ** significativo em nível de 5% e de 1%. respectivamente. pelo teste F;

- C₁ - efeito do ácido bórico (trat. 1 vs 12);
 C₂ - efeito do sulf. de zinco (trat. 1 vs 11);
 C₃ - efeito de CV + KCl (trat. 1 vs 13);
 C₄ - efeito de CV - uréia + KCl (trat. 13 vs 14).

QUADRO 8A - Análise de Variância do Teor de Boro nas Folhas do Terço Superior de Cafeeiros. por Época de Amostragem (EA)

FV	GL	QUADRADOS MEDIOS				
		1. ^a EA	2. ^a EA	3. ^a EA	4. ^a EA	5. ^a EA
Trat.	14	129,2	1.772,8	650,4	212,4	241,4
Blocos	3	4.234,4**	1.630,6	7.742,6**	243,8	73,1
Resíduo	42	132,1	962,7	847,6	344,3	197,9
C ₁	1	94,1	28,7	211,7	371,8	35,6
C ₂	1	429,9	1.051,1	222,7	0,1	383,9
C ₃	1	119,6	7,5	839,7	19,3	2,6
C ₄	1	180,9	1.446,4	128,8	286,2	274,3
Total	59					
CV (%)		14,1	15,1	18,4	20,1	16,1

*, ** significativo em nível de 5% e de 1%. respectivamente. pelo teste F;

- C₁ - efeito do ácido bórico (trat. 1 vs 12);
 C₂ - efeito do sulf. de zinco (trat. 1 vs 11);
 C₃ - efeito de CV + KCl (trat. 1 vs 13);
 C₄ - efeito de CV - uréia + KCl (trat. 13 vs 14).

QUADRO 10A - Análise de Variância do Teor de Cobre nas Folhas do Terço Inferior de Cafeeiros, por Época de Amostragem (EA)

FV	GL	QUADRADOS MEDIOS				
		1. ^a EA	2. ^a EA	3. ^a EA	4. ^a EA	5. ^a EA
Trat.	14	2,2	8216,9**	13831,3**	12586,9**	17065,0**
Blocos	3	9,0**	453,9	6261,6**	2398,8	702,2
Resíduo	42	1,4	580,7	887,3	1023,3	769,1
C ₁	1	2,6	1815,9	3798,8*	461,0	2964,9
C ₂	1	12,2**	133,0	519,7	4692,9*	19751,7**
C ₃	1	0,5	4891,1**	1526,8	577,5	2992,6
C ₄	1	0,9	4445,3**	666,5	1004,4	329,5
Total	59					
CV (%)		16,5	30,3	27,1	30,3	20,7

*, ** significativo em nível de 5% e de 1%, respectivamente, pelo teste F;

- C₁ - efeito do ácido bórico (trat. 1 vs 12);
 C₂ - efeito do sulf. de zinco (trat. 1 vs 11);
 C₃ - efeito de CV + KCl (trat. 1 vs 13);
 C₄ - efeito de CV - uréia + KCl (trat. 13 vs 14).

QUADRO 11A - Análise de Variância do Teor de Cobre nas Folhas do Terço Superior de Cafeeiros, por Época de Amostragem (EA)

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		1. ^a EA	2. ^a EA	3. ^a EA	4. ^a EA	5. ^a EA
Trat.	14	2,61*	8773,2**	3443,5**	2886,3**	7473,9**
Blocos	3	21,15**	923,7	5048,9**	1870,7**	1581,6
Resíduo	42	1,2	878,1	751,6	256,4	530,5
C ₁	1	0,01	4053,6*	39,4	204,8	587,6
C ₂	1	3,47	68,6	1524,1	4450,9**	21754,9**
C ₃	1	0,01	4248,1*	458,0	16,7	1779,4
C ₄	1	2,65	2464,0	235,7	276,1	99,3
Total	59					
CV (%)		12,7	35,8	44,0	32,6	28,8

*, ** significativo em nível de 5% e de 1%. respectivamente, pelo teste F;

- C₁ - efeito do ácido bórico (trat. 1 vs 12);
 C₂ - efeito do sulf. de zinco (trat. 1 vs 11);
 C₃ - efeito de CV + KCl (trat. 1 vs 13);
 C₄ - efeito de CV - uréia + KCl (trat. 13 vs 14)

QUADRO 12A - Análise de Variância do Teor de Zinco nas Folhas do Terço Inferior de Cafeeiros, por Época de Amostragem (EA)

FV	GL	QUADRAWES MÉDIOS				
		1. ^a EA	2. ^a EA	3. ^a EA	4. ^a EA	5. ^a EA
Trat.	14	11,5	2783,8**	6714,2**	6371,8**	7975,8**
Blocos	3	5,0	523,1	2801,5**	411,1	411,6
Resíduo	42	11,8	382,6	548,6	629,8	1289,0
C ₁	1	1,2	452,7	1232,1	279,8	3036,9
C ₂	1	0,0	8528,2**	22069,8**	16798,5**	11291,3**
C ₃	1	3,6	1142,7	227,4	85,6	4181,1
C ₄	1	0,3	388,3	2210,5	1387,9	1498,8
Total	59					
CV (%)		44.5	30.2	24.9	25,1	29,2

*, ** significativo em nível de 5% e de 1%, respectivamente, pelo teste F;

- C₁ - efeito do ácido bórico (trat. 1 vs 12);
 C₂ - efeito do sulf. de zinco (trat. 1 vs 11);
 C₃ - efeito de CV + KC1 (trat. 1 vs 13);
 C₄ - efeito de CV - uréia + KC1 (trat. 13 vs 14).

QUADRO 13A - Análise de Variância do Teor de Zinco nas Folhas do Terço Superior de Cafeeiros, por Época de Amostragem (EA)

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		1. ^a EA	2. ^a EA	3. ^a EA	4. ^a EA	5. ^a EA
Trat.	14	1,58	4181,5**	1922,5**	1263,9**	3315,2**
Blocos	3	9,86**	846,1*	2625,6**	800,9**	2036,9*
Resíduo	42	1.70	269,3	549,3	142,5	694,8
C ₁	1	0,44	1118,9*	26,0	107,2	204,2
C ₂	1	0,04	6851,8**	5553,5**	1651,1**	2914,3*
C ₃	1	0,81	920,6	457,2	28,3	1044,2
C ₄	1	1.77	414,7	74,4	235,5	6,8
Total	59					
CV (%)		22.8	26,2	40,6	26,5	36.4

*, ** significativo em nível de 5% e de 1%. respectivamente, pelo teste F;

- C₁ - efeito do ácido bórico (trat. 1 vs 12);
 C₂ - efeito do sulf. de zinco (trat. 1 vs 11);
 C₃ - efeito de CV + KC1 (trat. 1 vs 13);
 C₄ - efeito de CV - uréia + KC1 (trat. 13 vs 14).

QUADRO 14A - Análise de Variância da Produtividade de Café-Cereja (kg/Parcela), por Tratamento após Quatro Pulverizações

FV	GL	Quadrado Médio
Tratamentos	14	64,26*
Blocos	3	136,86*
Resíduo	42	29,61
C ₁	1	14,04
C ₂	1	13,52
C ₃	1	38,19
C ₄	1	4,38
Total	59	
CV (%)		15,13

*, ** Significativo em nível de 5% e de 1%, respectivamente. pelo teste F.