

EDMUNDO MODESTO DE MELO

**EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE SULFATO DE ZINCO NA
PRODUÇÃO E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FOLHAS DO
CAFEIRO (*Coffea arabica* L.).**

*Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Mestrado em Agronomia, área de
concentração em Fitotecnia, para obtenção do
título de "Mestre".* —

Orientador
Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1997

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Melo, Edmundo Modesto de

Efeito da aplicação de sulfato de zinco na produção e na composição mineral das folhas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) / Edmundo Modesto de Melo. – Lavras. : UFLA, 1997.

p. : il.

Orientador: Paulo Tácito Gontijo Guimarães.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Café - Adubação. 2. Zinco. 3. Aplicação foliar. 4. Produção. 5. Composição mineral. 6. Teor. 7. Classificação - Peneira. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

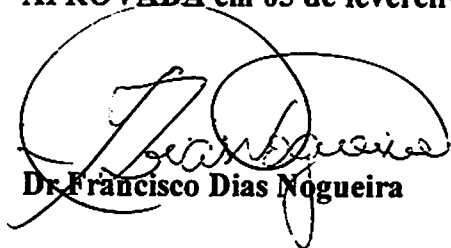
CDD-633.73891

EDMUNDO MODESTO DE MELO

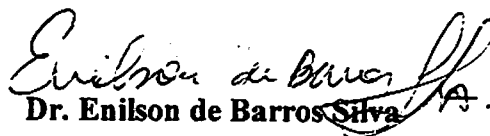
**EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE SULFATO DE ZINCO NA
PRODUÇÃO E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FOLHAS DO
CAFEIRO (*Coffea arabica* L.).**

*Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências
do Curso Mestrado em Agronomia, área de
concentração em Fitotecnia, para obtenção do
título de "Mestre".*

APROVADA em 05 de fevereiro de 1997


Dr. Francisco Dias Nogueira


Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes


Dr. Enilson de Barros Silva


**Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães
(ORIENTADOR)**

A DEUS

“A quem pertence a minha vida, a minha alegria
de hoje e todas as incertezas do amanhã”.

AGRADEÇO

Aos meus pais Benedito e Audiana que me
deram a vida e me ensinaram a vivê-la com
dignidade.

À minha esposa Rita de Cássia e aos meus filhos
Vinicius, Rossini e Henrique que foram
estímulo, força e motivação pela minha luta que
hoje se torna conquista.

A todos que direta ou indiretamente
colaboraram no semeio, cultivo e na colheita dos
frutos deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro .

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) pela possibilidade da realização deste trabalho utilizando dados de sua programação.

À Empresa de Assistência e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães pela orientação, atenção dispensada, amizade e por todos os esforços dedicados ao meu trabalho.

Aos professores da UFLA pela transferência dos conhecimentos durante o curso, em especial, aos professores Messias José Bastos de Andrade, coordenador do Curso de Mestrado em Fitotecnia do Departamento de Agricultura e Antônio Nazareno Guimarães Mendes, pelo apoio, atenção e principalmente pelo assessoramento.

Ao Professor Eurípedes Malavolta pelas sugestões apresentadas no decorrer do experimento.

Ao Bacharel em Administração Rural, Marcelo Márcio Romaniello da EPAMIG pelo trabalho de digitação , análises estatísticas e amizade.

Aos colegas do curso de pós-graduação da UFLA pelo apoio e amizade.

Aos colegas da EMATER-MG e da EPAMIG, pela convivência e apoio, em especial ao José do Carmo de São Gonçalo do Sapucaí, pelos ensinamentos na cafeicultura e ao Dr. Francisco Dias Nogueira da EPAMIG pela amizade e colaboração.

Aos técnicos agrícolas da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso, Homero Gomes Lemos e Luciano de Assis Rosa (In memoriam) que auxiliaram na condução dos trabalhos de campo.

Ao meu irmão Joerderley e a todos os meus familiares, pela amizade e apoio.

A todos que direta ou indiretamente participaram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Edmundo Modesto de Melo, filho de Benedito Modesto e Audiana de Melo Modesto, nasceu no dia 28 de abril de 1954 na cidade de Três Corações-MG. Graduiu-se Engenheiro Agrônomo pela ESAL, Escola Superior de Agricultura de Lavras, em julho de 1979. Em setembro de 1980 ingressou na EMATER-MG, atuando na cidade de Ataléia. Trabalhou ainda nas cidades de Cordislândia, de setembro de 1985 a dezembro de 1988, em São Gonçalo do Sapucaí, de janeiro de 1989 a abril de 1989 e em Paraisópolis de abril de 1989 a dezembro de 1992. Em 1992 foi selecionado pela EMATER-MG para realizar o curso de pós-graduação e em fevereiro de 1993 iniciou o curso de mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras, em Lavras-MG. Em maio de 1995 foi transferido para Três Pontas onde exerce o cargo de Extensionista Agropecuário II.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Funções do zinco na planta.....	3
2.2 Absorção, transporte e redistribuição do zinco na planta.....	4
2.3 Exigências de zinco pelo cafeeiro.....	6
2.4 Fornecimento de zinco à planta.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Caracterização da área experimental.....	12
3.2 Delineamento experimental.....	13
3.3 Tratamentos.....	14
3.4 Condução do experimento.....	15
3.5. Avaliações.....	16
3.6 Análises estatísticas.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Efeito da aplicação dos tratamentos sobre a produção anual e bienal.....	18

4.2 Efeito da quantidade e do número de aplicações de sulfato de zinco sobre a produção do cafeeiro.....	21
4.3 Efeito da quantidade e do número de aplicações de sulfato de zinco na produção e nos teores foliares de zinco.....	23
4.4 Teores foliares dos nutrientes em função tratamentos.....	28
4.5 Efeito da quantidade e do número de aplicações de sulfato de zinco na produção e na relação P/Zn.....	37
4.6 Correlações entre os teores foliares e a produção.....	39
4.7 Efeito do sulfato de zinco aplicado ao cafeeiro na classificação dos grãos por peneiras.....	41
5 CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
APÊNDICE.....	55
ANEXO.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Características químicas e físicas da amostra superficial (0 a 20 cm) do LRd da área experimental, coletada em novembro de 198. UFLA, 1997.....	13
2	Quantidades ou concentrações de sulfato de zinco aplicadas por hectare e por cova e, número e época das aplicações, conforme os tratamentos. UFLA, 1997.....	14
3	Valores médios para a produção nos diversos anos de aplicação dos tratamentos e média das oito produções com seus percentuais (%) em relação à testemunha, em sacas beneficiadas/há. UFLA, 1997	19
4	Valores médios dos biênios de produção do cafeeiro nos diversos anos de aplicação dos tratamentos, com os respectivos percentuais (%) em relação à testemunha, em sacas beneficiadas/há. UFLA, 1997.....	21
5	Teores foliares dos nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 81/82 em função dos tratamentos. ULFA, 1997.....	29
6	Teores foliares dos nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 82/83 em função dos tratamentos. ULFA, 1997.....	30
7	Teores foliares dos nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 83/84 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.....	31
8	Teores foliares dos nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 84/85 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.....	32

9	Teores foliares dos nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 85/86 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.....	33
10	Teores foliares dos nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 86/87 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.....	34
11	Teores foliares dos nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 87/88 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.....	35
12	Teores foliares dos nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 88/89 em função dos tratamentos, UFLA, 1997.....	36
13	Coefficientes de correlação linear simples (r) entre os teores foliares dos nutrientes (g/kg) e as principais relações entre eles e a produção (sacas beneficiadas/ha), para os diversos anos estudados. UFLA, 1997.....	40
14	Efeito dos tratamentos na classificação dos grãos por peneiras no ano agrícola(82/83). UFLA, 1997.....	42
15	Efeito dos tratamentos na classificação dos grãos por peneiras no ano agrícola(83/84). UFLA, 1997.....	43
16	Efeito dos tratamentos na classificação dos grãos por peneiras no ano agrícola(84/85). UFLA, 1997.....	43
17	Efeito dos tratamentos na classificação dos grãos por peneiras no ano agrícola(86/87). UFLA, 1997.....	44
18	Efeito dos tratamentos na classificação dos grãos por peneiras no ano agrícola(87/88). UFLA, 1997.....	44
19	Efeito dos tratamentos na classificação dos grãos por peneiras no ano agrícola(88/89). UFLA, 1997.....	45
20	Efeito dos tratamentos na classificação dos grãos por peneiras na média de seis colheitas. UFLA, 1997.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Produção média de oito anos agrícolas (sacas beneficiadas/ha) em função da quantidade (kg/ha) e do número de aplicações de sulfato de zinco ($ZnSO_4$). UFLA, 1997.....	22
2	Regressão entre doses de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) aplicadas em uma pulverização e a produção (sacas/ha) e os teores foliares de zinco (mg/kg), no ano agrícola 1981/82. UFLA, 1997.....	24
3	Regressão entre doses de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) aplicadas em três pulverizações e a produção (sacas/ha) e os teores foliares de zinco (mg/kg), no ano agrícola 1981/82. UFLA, 1997.....	25
4	Regressão entre doses de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) aplicadas em quatro pulverizações e a produção (sacas/ha) e os teores foliares de zinco (mg/kg), no ano agrícola 1982/83.. UFLA, 1997.....	26
5	Regressão entre doses de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) aplicadas em quatro pulverizações e a produção (sacas/ha) e os teores foliares de zinco (mg/kg), no ano agrícola 1984/85. UFLA, 1997.....	27
6	Regressão entre doses de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) aplicadas em duas pulverizações e a produção (sacas/ha) e os valores médios da relação P/Zn na média de oito colheitas. UFLA, 1997.....	38
7	Regressão entre doses de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) aplicadas em quatro pulverizações e a produção (sacas/ha) e os valores médios da relação P/Zn na média de oito colheitas. UFLA, 1997.....	39

RESUMO

MELO, Edmundo Modesto de. **Efeito da aplicação foliar de sulfato de zinco na produção e na composição mineral das folhas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** Lavras: UFLA, 1997. 66p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)*

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes doses de sulfato de zinco em pulverizações foliares, na produção e na composição mineral das folhas do cafeeiro.

O experimento foi instalado em LRd, localizado próximo a Fazenda Experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso, MG, em 1981 e conduzido até após a colheita de 1989, utilizando-se o cafeeiro cultivar Mundo Novo, com oito anos de idade, linhagem LCMP 379/19, no espaçamento de 4,0 x 2,0 m, em covas com duas plantas, intercaladas com covas contendo uma planta, perfazendo um total de 1250 covas por ha. A parcela experimental foi constituída de três linhas de dez covas, num total de trinta covas sendo as seis covas centrais, consideradas como parcela útil. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com cinco repetições. O experimento foi constituído de sete tratamentos a saber: (1) Testemunha - sem zinco; (2) Duas aplicações de solução de sulfato de zinco em solução a 0,5% (6,2 kg/ha ou 5,0 g /planta); (3) Quatro aplicações de solução de sulfato de zinco em solução a 0,5% (12,4 kg/ha ou 10,0 g/planta); (4) Duas aplicações de solução de sulfato de zinco em solução a 1,0% (12,4 kg/ha ou 10,0 g /planta); (5) Quatro aplicações de solução de sulfato de zinco em solução a 1,0% (24,8 kg/ha ou 20,0 g/planta); (6) Duas aplicações de solução de sulfato de zinco em solução a 1,5% (18,6 kg/ha ou 15,0 g /planta); (7) Quatro aplicações de solução de sulfato de zinco em solução a 1,5% (37,2 kg/ha ou 30,0 g/planta). As pulverizações em duas aplicações foram feitas nos meses

* Orientador: Paulo Tácito Gontijo Guimarães; Membros da banca: Francisco Dias Nogueira, Antônio Nazareno Guimarães Mendes e Enilson de Barros Silva.

de setembro e janeiro e as em quatro, nos meses de setembro, novembro, janeiro e março. As adubações de manutenção, bem como os cuidados fitossanitários e culturais foram os mesmos para todos os tratamentos. Nenhuma fonte de Zn, além do sulfato de zinco foi aplicada no decorrer do período experimental.

No mês de Janeiro de cada ano, coletaram-se amostras do 3^o e 4^o par de folhas para determinação dos teores foliares de nutrientes e também anualmente em junho avaliaram-se as produções. Os dados de produção são apresentadas em sacas de 60 kg beneficiadas por ha e as amostras do café colhido foram submetidas a classificação dos grãos por peneiras. Os teores dos nutrientes nas folhas e os dados de produção de grãos foram submetidos a análise de variância e teste de Duncan a 5%. Os conteúdos de nutrientes foliares, bem como as relações entre eles, foram correlacionadas (correlação linear simples) com os dados de produção do mesmo ciclo produtivo. Fizeram-se regressões entre quantidades aplicadas e a produção, estimando-se a dose equivalente a produção máxima, determinando-se também, o teor de zinco (nível crítico) correspondente e a relação P/Zn.

De maneira geral observou-se que uma maior número de pulverizações (quatro aplicações) a menores concentrações principalmente, foram superiores aos tratamentos com um menor número de pulverizações, a maiores concentrações. Na média das produções, qual se fez duas pulverizações por ano, a produção máxima estimada foi 35,5 sacas/ha para uma dose de 10,8 kg de sulfato de zinco por ha (8,6 g/cova) e quando se fez quatro aplicações a produção máxima estimada foi 37,7 sacas/ha para um quantidade aplicada de 12,6 kg de sulfato de zinco por ha (10,0 g/cova). Nos anos em que a produção média estimada foi de aproximadamente 25 sacas/ha, o nível crítico de zinco variou de cerca de 21 e 24,5 mg/kg respectivamente para duas e quatro pulverizações anuais. Nos anos em que a produção foi de cerca de 55,0 sacas/ha, o nível crítico de zinco foliar foi de 10,0 e 12,5 mg/kg aproximadamente, para duas e quatro pulverizações respectivamente. Observou-se também, que ao se aumentar as doses de zinco aumentava-se também a percentagem de grãos classificados nas maiores peneiras.

ABSTRACT

Effect of leaf application of zinc sulphate on yield and mineral composition of coffee tree leaves.

The objective of this work was to evaluate the effects of different doses of zinc sulphate on leaf pulveriation on yield and mineral composition of coffee tree leaves.

The experiment was set up in dystrophic Red Dusky Latosol, located close to the EPAMIG Experiment Farm in São Sebastião do Paraíso, MG, in 1981 and conducted until after the harvest of 1989, utilizing the coffee tree cultivar Mundo Novo, line LCMP 379/19, in the spacing of 4,0 x 2,0 m, with planting holes with two plants, intercalated with planting holes with one plant, amounting to a total of 1250 planting holes per ha. The experimental plot consisted of three lines of ten planting holes, in a total of thirty planting holes being the six central holes, considered as a useful plot. A randomized block design with five replications was utilized. The experimental design was made up of seven treatments, namely: (1) Check - without zinc; (2) Two applications of 0,5% zinc sulphate (6,2 kg/ha or 5,0 g/plant); (3) Four applications of 0,5% zinc sulphate (12,4 kg/ha or 10,0 g/plant); (4) Two applications of 1% zinc sulphate (12,4 kg/ha or 10,0 g/plant); (5) Four applications of 1,0% zinc sulphate (24,8 kg/ha or 20,0 g/plant); (6) Two applications of 1,5% zinc sulphate (18,6 kg/ha or 15,0 g/plant) and (7) Four applications of 1,5% zinc sulphate (37,2 kg/ha or 30,0 g/plant). The pulverizations in two applications were performed in the months of September and January and those in four, in the months of September, November, January and March. The maintenance fertilizations, as well as health and cultural cares were the same for all the treatments. No zinc source, but zinc sulphate was applied over the experimental period.

The leaf contents of nutrients were evaluated each year in January, in samples of the 3th or 4th pair of leaves, and in June; yield. The yield data are presented in benefited 60 kg sacks per ha;

and the samples of the harvested coffee were submitted to sieve grain classification. The leaf nutrient contents and grain yield data were submitted to variance analysis and polynomial regression. The data of the leaf nutrient contents as well as the relationships among them were correlated (simple linear correlation) with the yield of the same growing cycle. Regressions among the applied amounts and yield were done, by estimating the dose equivalent to maximum yield and also establishing the corresponding Zn content (critical level) and P/Zn ratio.

Generally, it was found that a higher number of pulverization (four applications) at lower concentrations, were superior to those treatments with a lower number of pulverization, at higher concentrations. In the average, of the yields, in which two pulverization per year were done, maximum yield evaluated was 35,5 sacks/ha for a dose of 10,8 kg of zinc sulphate per ha (8,6 g/hole) and when four applications were done, the maximum yield estimated was of about 37,7 sacks/ha for an amount applied of 12,6 kg of zinc sulphate per ha (10,0 g /hole). In the years in which the average yield estimated was of about 25 sacks/ha, the critical leaf zinc level ranged from about 21,0 and 24,5 mg/kg respectively for two and four yearly pulverization. In the years in which the yield was about 55,0 sacks/ha, the critical leaf zinc level was approximately of 10,0 and 12,5 mg/kg for two and four pulverization, respectively. It was also observed that in increasing the zinc doses, the percentage of grains classified in the largest sieves was also increased.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é a principal planta cultivada no País, tanto sob o ponto de vista econômico, gerando divisas pela exportação quanto pelo aspecto social, demandando grande contingente de mão-de-obra para seu cultivo. Estima-se que existam cerca de 320.000 propriedades onde o café é a principal fonte de renda e que aproximadamente 4 milhões de pessoas dependem diretamente da cafeicultura (Matiello, 1991). Para atender ao mercado internacional o Brasil exporta em média 18 milhões de sacas beneficiadas por ano e o consumo interno corresponde a aproximadamente 10 milhões de sacas beneficiadas por ano. A produtividade média do país é de 10 sacas beneficiadas por hectare que é influenciada por fatores econômico conjunturais, climáticos ou devido às condições de manejo da cultura (Anuário...,1996).

Até fins da década de 60, as lavouras cafeeiras eram implantadas em áreas recém-desmatadas, de média à alta fertilidade do solo, e a partir de então, expandiram-se para solos “sob vegetação de cerrado”, principalmente. Assim surgiram problemas nutricionais, que levaram à busca de novas tecnologias de uso de fertilizantes, objetivando a melhoria da produtividade. Para o desenvolvimento normal das plantas e obtenção de altas produtividades, os nutrientes devem estar disponíveis e em concentrações adequadas no solo. O excesso ou deficiência destes podem provocar desequilíbrios nutricionais, acarretando prejuízos ao desenvolvimento e à produtividade do cafeeiro.

Vários aspectos têm ressaltado ultimamente a importância da utilização de micronutrientes nos solos hoje utilizados com a cultura do cafeeiro: a) Incorporação ao processo produtivo, solos de fertilidade marginal, principalmente os “solos sob cerrado”, onde as deficiências de micronutrientes são uma constante; b) O advento de tecnologias modernas com intensificação das produções, ocasionando a exaustão progressiva dos nutrientes; c) Os aumentos de produtividade pelo uso de cultivares com alto potencial de produção e alta demanda em nutrientes

proporcionando maior retirada de micronutrientes; d) O aumento na produção e o uso de fertilizantes de alta concentração que contém menores quantidades de micronutrientes como impurezas (Lopes, 1984).

Entre os micronutrientes o zinco (Zn) é o mais importante para o cafeeiro em nossa região, sendo fundamental na ativação de várias enzimas, na síntese do triptofano que é o precursor do A.I.A. (ácido indolacético), responsável pelo aumento do volume celular ou maior desenvolvimento das plantas. A deficiência de Zn provoca redução dos internódios, folhas pequenas e estreitas, formação de rosetas, morte de gemas terminais, menor vingamento floral, seca de ponteiros, superbrotamento, folhas mais novas coriáceas e quebradiças, frutos menores, queda de frutos antes do amadurecimento e produção reduzida (Malavolta, Haag e Johnson, 1961); proporciona maior percentagem de grãos de peneira baixa e a toxidez provoca queda de chumbinhos (Brasil..., 1976).

O objetivo do presente trabalho é o de avaliar os efeitos de diferentes doses e número de aplicações de sulfato de zinco, via foliar, na produção, na composição mineral das folhas e classificação das peneiras de cada ano agrícola, além de estabelecer correlações entre os teores foliares de nutrientes com a produção do cafeeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Funções do Zn na planta

A deficiência de Zn pode afetar direta ou indiretamente o metabolismo do cafeeiro. Ananth, Tyengar e Chokkanna (1965), relatam que a deficiência de Zn cessa a atividade meristemática na extremidade das raízes, causando a acumulação de material fenólico e tanínico, retardando a formação do triptofano e inibindo a multiplicação celular na região apical. O Zn é responsável direto pela síntese do triptofano, um precursor da auxina (ácido indolacético-AIA) e indireto, pela síntese de proteínas, existindo evidências que este nutriente atua no metabolismo do nitrogênio (Tsui, 1948; Malavolta, 1980 e Mengel e Kirkby, 1987). O Zn é exigido para a manutenção desta auxina em um estado ativo e não para sua síntese, sendo que sua acentuada influência no crescimento vegetal é devida ao seu papel a nível de ácido indolacético, com queda de sua concentração nos tecidos deficientes em Zn, antes mesmo do aparecimento de sintomas visíveis (Epstein, 1975). Segundo Spiller e Terry (1974), a deficiência de Zn, mesmo no início, retarda a divisão celular e o acúmulo de matéria seca nas folhas. Na ausência de Zn, o triptofano estimula a formação de calosidades nos tecidos vegetais (Küpper et al., 1979).

O Zn participa da ativação de quatro enzimas: anidrase carbônica, desidrogenase, aldolase e peptidase (Hewitt e Smith, 1975 e Malavolta, 1976), controla a atividade da enzima RNAase (ribonuclease), que hidrolisa o RNA causando diminuição da síntese protéica, influenciando na multiplicação celular, proporcionando menor número e tamanho de células ou reduzindo o comprimento dos internódios (Malavolta, 1986). Ramaiah, Rao e Chokkanna (1964) estudaram as alterações no cafeeiro pela ausência de Zn e verificaram um acúmulo da maioria dos aminoácidos, mesmo em folhas com pequena deficiência, dificultando a sua polimerização para formar as proteínas, permanecendo um acúmulo de aminoácidos livres, proporcionando a formação de folhas deformadas. Segundo Skoog (1940) e Epstein (1975), a formação de rosetas e o

encurtamento de internódios em plantas deficientes, mesmo na fase inicial de crescimento, é um efeito da ausência do Zn, reduzindo a manutenção do ácido indolacético no tecido vegetal, proporcionando secamento dos ponteiros (“die back”) e em casos extremos a morte da planta. Geralmente após a poda a deficiência de Zn se torna acentuada, com dobramento das folhas ao longo da nervura principal e margens amareladas na vegetação nova (Malavolta, 1986).

2.2 Absorção, transporte e redistribuição do Zn na planta

Existem controvérsias quanto ao mecanismo de absorção de Zn pelo cafeeiro e a influência dos fatores do meio no processo. O Zn é absorvido pelas raízes do cafeeiro na forma de cátion ou como parte de quelatos, sendo também possível sua absorção pelas folhas nas mesmas formas. A absorção de Zn pela folha do cafeeiro, em condições de campo, não é influenciada pela temperatura diária ou pela luz, mas as pulverizações realizadas no período frio do ano (junho a agosto) propiciam teores de Zn mais elevados na folha e a presença do cloreto de potássio (KCl) em mistura na calda de pulverização é de extrema importância, aumentando a sua absorção em cerca de cinco vezes (Malavolta, 1980 e Rena, 1989).

Segundo Wittwer, citado por Faquin (1994), a velocidade de absorção foliar do Zn, considerando uma absorção de 50% do total, varia de 1 a 2 dias de acordo com a habilidade de absorção da planta estudada. A possibilidade de fornecimento de nutrientes via foliar à planta depende, em grande parte, da técnica de aplicação. O Zn é classificado como parcialmente móvel ou pouco móvel, fazendo com que os seus sintomas de carência apareçam nos órgãos mais novos (Malavolta, 1980).

A presença de cobre (Cu) ou de boro (B) reduz em 50% a absorção de Zn aplicado às folhas do cafeeiro, sendo no caso do Cu um tipo de inibição competitiva e no caso do B, não competitiva (Blanco, 1970).

O íon acompanhante do elemento no sal também pode afetar a sua velocidade de absorção e assim, o cloreto como componente da fonte ou na forma de KCl, promove maiores absorções de Zn pelas folhas do cafeeiro (Garcia e Salgado, 1983). Malavolta (1980) informa que a adição de KCl na mesma concentração com que se fornece o $ZnSO_4$, proporciona um aumento na absorção de Zn, mesmo em presença de B.

Com baixas temperaturas pode ocorrer diminuição na disponibilidade de Zn e um aumento na duração do período de iluminação ou na intensidade luminosa pode provocar aumento nas necessidades de Zn na planta (Moysés, 1988). Loué (1958) observou uma maior absorção de nutrientes pelo cafeeiro no período de vegetação intensa, proporcionando maiores teores foliares de nitrogênio (N) e fósforo (P); teores máximos de potássio (K) foram obtidos no período chuvoso e o teor foliar em cálcio (Ca) é máximo no período seco.

Uma nutrição balanceada do cafeeiro não pode ser realizada sem o conhecimento das interações entre os vários nutrientes, através de estudos do sistema solo-planta e da manutenção de uma boa fertilidade do solo para o cafeeiro. A obtenção de qualidade e altos rendimentos dependem de um eficiente ajuste das doses dos nutrientes e de seus métodos de aplicação. Arzolla (1955) observou que a absorção do radiozinco aplicado diretamente nas folhas do cafeeiro chegou a ser oito vezes mais intensa que no fornecimento radicular em solução nutritiva; afirmou também que a aplicação na página inferior da folha foi mais eficiente, absorvendo-se 40% do Zn aplicado. Arzolla, Haag e Malavolta (1955/1956) verificaram que a absorção de Zn por cafeeiros não foi afetada pela variação na concentração de ferro (Fe) na solução nutritiva no intervalo de 0 a 10 mg/dm³, mas foi aproximadamente a metade, devido ao aumento na concentração de manganês (Mn) de 0,5 para 5,0 mg/dm³ e a absorção de Zn aumentou quando o cobre (Cu) foi omitido.

Pereira, Crafts e Yamaguchi (1963) estudaram a absorção e a transformação de moléculas orgânicas e elementos minerais no cafeeiro, utilizando materiais radioativos e concluíram que o Zn se move no café em menor proporção que em outras plantas. Huerta (1963), cita que na época da produção, os teores de nutrientes na folha do cafeeiro são mais baixos devido à redistribuição das reservas das folhas até os frutos em crescimento. Arzolla, Haag e Malavolta (1955/1956) verificaram que 12% do Zn aplicado nas folhas do cafeeiro translocou-se para baixo e para cima na planta. Com relação à translocação do Zn na planta, Malavolta (1976) afirma que a absorção de Zn pela planta se dá na forma iônica Zn^{+2} e seu transporte ascendente no xilema parece ser também nesta forma, devido à baixa estabilidade do complexo Zn-citrato. Apesar dos sintomas de deficiência de Zn se manifestarem primeiro nas folhas mais novas, o Zn^{+2} é transportado no floema quando aplicado nas folhas e redistribui-se por outras partes chegando às raízes. Isto indica que o fluido do xilema não está fixamente estável; em alguns casos a translocação do Zn^{+2} dentro da planta pode ser facilitada, deslocando-se de órgãos vegetativos e acumulando-se nos grãos. Sob

certas condições o Zn se localiza no citoplasma das células das plantas. Ernst e Weiner (1972) estudando a distribuição intracelular do Zn verificaram que mais de 50% do total se acumulou no vacúolo e 10% na parede celular.

2.3 Exigências de Zn pelo cafeeiro

Existem grandes diferenças na acumulação de Zn tanto entre espécies quanto entre variedades, determinando a susceptibilidade da cultura à sua deficiência (Lindsay, 1972). Também, durante o ano conforme Moysés (1988), em um levantamento de cafezais no Estado de São Paulo, pela análise foliar encontrou teores médios de Zn no verão de 13,9 mg/kg; no outono de 10,2 mg/kg e na primavera de 16,2 mg/kg, ressaltando a importância da época de amostragem e, considerou o teor de 10 mg/kg de Zn, na folha do cafeeiro, como o mais próximo do teor crítico. Segundo este autor, são considerados adequados em solução nutritiva os teores foliares situados entre 15 e 25 mg/kg. Afirma ainda que, o teor de Zn nos terceiros e quartos pares de folhas é diretamente proporcional à concentração de Zn na solução nutritiva; a quantidade de P extraída pelo cafeeiro diminui nos terceiros e quartos pares de folhas à medida que a concentração de Zn aumenta na solução nutritiva, a partir de 0,13 mg/dm³ em pH 6,5; o aumento na concentração de ZnSO₄ na solução nutritiva aumenta os teores de Ca e Fe nos ramos e a quantidade de enxofre (S) na planta toda; o aumento da concentração de Zn na solução nutritiva reduz o teor de K nos ramos; a absorção de B é ascendente até 0,13 mg/dm³ de Zn na solução decrescendo daí em diante.

Lott et al. (1961) realizando um levantamento do estado nutricional dos cafeeiros do Estado de São Paulo e Paraná, por meio de diagnose foliar, encontraram um teor médio de 8 mg/kg de Zn nos plantios desta região, que consideraram ser um valor próximo do teor crítico e, observaram ainda uma variação de 9 a 29 mg/kg de Zn nas folhas de *Coffea arabica*, não podendo afirmar que os teores de Zn de diferentes espécies de cafeeiros sejam comparáveis entre si. Sarruge, Amorim e Malavolta (1963), estudando os teores de micronutrientes na casca e em grãos de café das variedades Mundo Novo, Caturra Amarelo e Bourbon Amarelo, não encontraram variação entre as variedades para B, Cu, Fe, Mn, Mo (molibdênio) e Zn. Ananth, Tyengar e Chokkanna (1965), afirmam que a espécie arábica é mais susceptível que a robusta à deficiência

de Zn. Paula (1975), fazendo aplicações de soluções a 0,5%, 1,0% e 1,5% de $ZnSO_4$, em cafeeiros da cultivar Mundo Novo, encontrou uma relação linear entre dose de Zn aplicada e o teor na folha, não conseguindo recomendar teores ótimos. Catani et al. (1967) relataram os resultados obtidos com relação à concentração e quantidade de Zn aplicados em cafeeiros Mundo Novo e observaram que as folhas são os órgãos mais ricos em Zn, com teores variando entre 15 e 21 mg/kg. Culot, Van Wambeke e Croegaert (1958), acreditam que teores de 15 a 20 mg/kg podem ser considerados baixos para cafeeiros arábica na África.

Quanto ao teor crítico na folha do cafeeiro para um determinado nutriente, Muller (1958), o define, como o teor abaixo do qual aparecem sintomas visíveis de deficiência, e indica que valores entre 7 e 10 mg/kg de Zn podem diminuir a produção e causar a morte prematura de cafeeiros na Costa Rica. Malavolta et al. (1974), definem teor crítico como um valor abaixo do qual, a produção é limitada pela falta do mesmo, e sendo assim, mesmo não apresentando sintomas visíveis de deficiência, o cafeeiro pode estar com um teor de Zn abaixo do teor crítico, e acima do qual a sua aplicação é economicamente inviável. Malavolta, Haag e Johnson (1961), trabalharam com solução nutritiva e encontraram 3 mg/kg nas folhas para soluções com baixo teor de Zn e de 7 a 10 mg/kg para as soluções com teores adequados. Lott et al. (1961); Garcia, Correa e Freire (1983); Costa et al. (1984) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1989), aceitam o teor foliar de 10 mg/kg para o Zn como teor crítico, considerando-se terceiros e quartos pares de folha a partir da ponta, ramos a meia altura, coletadas na primavera ou verão.

A concentração ótima de Zn, de acordo com as espécies, varia de 20 a 120 mg/kg na matéria seca das plantas. A deficiência deste nutriente está associada aos teores menores que 20 mg/kg e a toxidez aos teores acima de 400 mg/kg (Malavolta, 1980).

Devido à baixa disponibilidade de Zn no solo, a sua aplicação é uma necessidade comprovada em inúmeros ensaios de campo e sua correção é mais fácil e rápida pela adubação foliar com $ZnSO_4$, sendo inclusive mais econômica (Chebabi e Gonçalves, 1970 e Pereira, Matiello e Miguel, 1975) e um meio altamente eficiente para garantir safras maiores (Küpfer et al., 1983a).

2.4 Fornecimento de Zn à planta

A deficiência de Zn é bastante comum no cafeeiro cultivado nos diferentes solos brasileiros e para sua correção, tem-se utilizado com maior frequência as pulverizações com sais e quelatos de Zn (Brasil..., 1974; Instituto ..., 1975 e Malavolta, 1976). Esta carência é caracterizada principalmente como uma consequência do pH elevado, da adubação fosfatada excessiva, de pobreza do material de origem ou devida à extração ou remoção pelas colheitas (Faquin, 1994).

A absorção de rádio-zinco (Zn^{65}) pelas folhas do cafeeiro jovem, foi de 2,8 a 4,0 vezes maior do que a absorção radicular, quando aplicado na página superior, inferior e em ambas as superfícies, mostrando uma maior eficiência no aproveitamento do Zn, quando este é aplicado via foliar, principalmente em solos argilosos mais compactados onde a melhor aplicação de Zn seria via foliar (Malavolta, 1976).

Arzolla, Haag e Malavolta (1962), verificaram que a absorção de Zn pelas folhas, através do pincelamento, foi oito vezes mais intensa do que a absorção pelas raízes em solução nutritiva. McNall (1967), relata que quando comparada com a aplicação via solo, a aplicação foliar pode ser até 12 vezes mais eficiente.

Existem controvérsias com relação à dose ideal de Zn a ser aplicada via foliar em cafeeiros em produção. Estas doses são citadas em termos de percentagem de concentração (peso do sal/volume de água) sem verificação de outros fatores, como informações sobre solo, teor de Zn no solo e na planta, número de aplicações, etc. Ananth e Chokkanna (1962), citam a concentração de 0,25% de $ZnSO_4$ como a ideal, enquanto Ananth e Rao (1970), consideram satisfatória a concentração de 0,25% de $ZnSO_4$ (22% de Zn metálico).

Silva (1979), aplicou doses crescentes de $ZnSO_4$ em pulverização, em um LE de Minas Gerais, obteve um aumento médio em três anos de produção em relação a testemunha de 73% quando aplicou 4 g/planta/ano; 82% quando aplicou 6 g/planta/ano enquanto a dose de 8 g resultou em um aumento de apenas 39% inferior às doses menores ou seja, uma redução da produção. Pereira, Matiello e Miguel (1975) e Silva e Franco (1976), também acreditam que o modo mais fácil e rápido de corrigir a deficiência de Zn no cafeeiro é através da adubação foliar com $ZnSO_4$. Alguns trabalhos foram feitos comparando a aplicação de $ZnSO_4$ e óxido de Zn, no solo, com a pulverização foliar. A maioria destes ensaios mostraram que a aplicação de Zn na cova

de plantio tem efeito semelhante à aplicação foliar. As doses consideradas adequadas quando aplicadas no solo segundo Santo, Santinato e Matiello (1985); Silva e Santinato (1986) e Dantas, Santinato e Ribeiro (1987), variaram conforme as condições dos experimentos, mas em média, as maiores produções foram obtidas com 5 a 20 g/cova, tanto para óxido como para $ZnSO_4$.

Küpper et al. (1980), comparando óxido e o $ZnSO_4$ como fontes de Zn aplicadas ao solo em um LV fase cerrado, textura argilosa, verificaram que não houve aumentos de produção e dos teores de Zn foliares, em função das doses crescentes de $ZnSO_4$ e óxido de Zn aplicadas. Os teores de Zn nas folhas ficaram ligeiramente abaixo do teor crítico de 10 mg/kg. Os teores de Zn no solo situaram-se entre 1,2 e 3,4 mg/dm³ aplicados em uma única vez e 1,2 e 10,9 mg/dm³ quando aplicado em três vezes para o óxido de Zn, sendo que os primeiros valores referem-se às testemunhas.

Martins et al. (1980), obtiveram correlação positiva entre os teores foliares de Zn e a produção e o tamanho de grãos de café. Küpper et al. (1983a), aplicando doses crescentes de óxido de Zn e $ZnSO_4$ em solos “sob cerrado”, um LV e um LE argilosos, e um LV arenoso, mas não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos para os solos argilosos, porém houve respostas positivas para todas as doses, com aumento médio de 18% em relação à testemunha, no solo arenoso. Küpper et al. (1983b), estudaram os efeitos de fontes e doses de Zn aplicados na cova de plantio, em LV e LE fase cerrado, não obtiveram correlação entre o teor de Zn no solo e doses de $ZnSO_4$ ou óxido, embora tenha sido observado acréscimo significativo na produção, em ambos os solos, em relação à testemunha. Em ensaio conduzido em casa de vegetação, foi verificado o efeito da aplicação de zinco, em cobertura, em LE argiloso fase cerrado, sobre o teor de Zn e a produção de matéria seca de mudas de cafeeiro (Catuaí Vermelho), onde as fontes utilizadas foram o óxido, o sulfato e o quelato de Zn, nas dosagens de 0; 50; 100 e 150 mg/dm³ de Zn. O sulfato e o quelato foram absorvidos pelo cafeeiro; o óxido foi absorvido mas não translocado proporcionalmente para a parte aérea permanecendo o teor nas folhas igual ao da testemunha e as doses de 100 a 150 mg/dm³ de sulfato e quelato de Zn, equivalente aos teores superiores a 128 mg/kg de Zn absorvidos, causaram redução na produção de matéria seca (Grillo e Silva, 1985).

A concentração ótima de Zn, de acordo com as espécies, varia de 20 a 120 mg/kg na matéria seca das plantas. A deficiência deste nutriente está associada à teores menores que 20

mg/kg e a toxidez a teores acima de 400 mg/kg (Malavolta, 1980). Ananth, Tyengar e Chokkanna (1965), citam que 5,38 kg/ha de $ZnSO_4$ via solo não causou fitotoxidez, sugerindo que o cafeeiro seja uma planta tolerante a altos teores de Zn.

De maneira geral, a aplicação foliar de Zn tem sido mais eficiente. Muller (1959) considera a pulverização foliar como a melhor maneira de fornecer Zn ao cafeeiro, aplicando solução de 0,2 a 1,0% de $ZnSO_4$ em duas a quatro aplicações por ano. Segundo Silva (1979) as doses crescentes de $ZnSO_4$ provocaram aumento linear no teor de Zn foliar sendo a maior produção de café conseguida com 16,5 mg/kg de Zn foliar. Afirma ainda que o nível crítico de Zn ficou na faixa de 15 a 19,4 mg/kg; abaixo desta faixa ficaram 35% da produção e acima desta faixa 43% da produção; teores acima de 23 mg/kg foram considerados excessivos e prejudiciais à produção.

Segundo Abrahão et al. (1990), as aplicações de doses crescentes de sulfato de Zn, via foliar, bem como o número de aplicações, provocaram um aumento linear no teor foliar de Zn; os melhores resultados foram obtidos com o teor foliar de Zn na faixa de 9,5 a 21,6 mg/kg; abaixo de 10 mg/kg e acima de 25 mg/kg de Zn na folha houve queda na produção. O KCl na dosagem utilizada aumentou a absorção de Zn 167% em média.

O fornecimento de Zn ao cafeeiro para solos argilosos é usualmente feito com $ZnSO_4$ via foliar 3 a 4 vezes/ano, totalizando 1,5 a 2,0 kg/ha de Zn (7,5 a 10,0 kg de $ZnSO_4$ /ha). Quantidades superiores reduzem a produção e isto está relacionado aos teores superiores a 30 mg/kg nas folhas após 30 a 40 dias das aplicações e a fitotoxidez está relacionada aos teores entre 50 a 89 mg/kg e a maior produtividade aos teores entre 19 a 21 mg/kg (Santinato et al., 1993).

Segundo Franco (1982), a carência de Zn no cafeeiro não é devida apenas à sua falta no solo. Este autor esclarece que, o solo onde a sua deficiência é mais freqüente no Estado de São Paulo é o Latossolo Roxo que apresenta teores totais mais elevados (85 a 315 mg/dm³), enquanto nos solos Podzolizados de Lins e Marília, com um teor total de Zn de 16 a 30 mg/dm³, a deficiência é muita menos freqüente. Esclareceu que, com a perda da matéria orgânica do solo, o Zn torna-se fortemente adsorvido ou fixado pela argila ou complexado com outros minerais do solo, de onde o cafeeiro não consegue absorvê-lo. Assim, a aplicação de Zn só é eficiente na correção do solo para cafeeiros em solos arenosos. Em solos argilosos não compactados não se obtêm bons resultados aplicando-o junto ao solo, devido à forte adsorção pelos colóides.

Pulverizações com $ZnSO_4$ provocaram aumento nos teores foliares de Zn que estavam no terceiro par na época da pulverização. O par foliar que nasceu e desenvolveu após esta pulverização já apresentou teor de Zn deficiente em todos os tratamentos, confirmando a baixa mobilidade deste nutriente nas folhas do cafeeiro; associado ao acentuado efeito de diluição do Zn nas folhas em expansão, as folhas do primeiro par, aos três dias após as pulverizações, apresentaram elevados teores de Zn, e esses teores com o crescimento das folhas e na ausência da retranslocação de Zn, caíram acentuadamente, atingindo aos 30 dias, teores deficientes (Fávaro et al., 1990).

A pulverização com $ZnSO_4$ diminuiu o teor de P e Ca nas folhas e o número de aplicações de $ZnSO_4$ influenciaram significativamente a época de coleta no teor de Zn (Paula, Begazo e Braga, 1976).

Os teores de Zn registrados após a terceira aplicação no período frio, apresentaram valores superiores às demais aplicações e com mais persistência; o horário de aplicação, temperatura, ausência e presença de luz solar não influenciaram na absorção de Zn via foliar (Garcia e Salgado, 1983).

Segundo Abrahão et al. (1989), a utilização de $ZnSO_4$ isoladamente em pulverização, elevou de maneira linear, a concentração de Zn nas folhas; com a utilização de 1,2 g de $ZnSO_4$ por planta, a concentração de Zn foliar situou-se em teores considerados tóxicos (63,60 e 66,69 mg/kg) para a solução sem e com mistura de KCl, respectivamente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido por oito anos em uma área experimental adjacente à Fazenda Experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) em São Sebastião do Paraíso-MG, na Fazenda Xodó, de propriedade do Sr. Luiz Pereira, tendo sido instalado em 15 de novembro de 1981 e conduzido até agosto de 1989, após a última colheita.

O solo da área experimental é um Latossolo Roxo distrófico (LRd), sob vegetação de floresta tropical subperenifolia transicional para cerrado (Resende et al., 1974). A área de relevo suave ondulado está situada a uma altitude de 940 m, a latitude 20° 54' S, a longitude de 46° 59' W, apresenta uma precipitação média anual de 1.627 mm de chuva, uma temperatura média anual de 20,9° C e o clima é classificado como Cwa, segundo Köppen (Antunes, 1986).

Para caracterização do solo foi coletada uma amostra na área experimental na camada de 0 a 20 cm de profundidade que foi analisada química e fisicamente. Os resultados são mostrados na tabela 1.

O experimento foi instalado em uma lavoura de oito anos de idade da cultivar Mundo Novo, linhagem LCMP 379/19, com espaçamento de 4,0 x 2,0 m, em covas com 2 plantas intercaladas com covas de 1 planta, perfazendo um total de 1250 covas/ha. Por ocasião da instalação do experimento as plantas apresentavam sintomas generalizados de deficiência de zinco.

Tabela 1: Características químicas e físicas da amostra superficial (0 a 20 cm) do LRd da área experimental, coletada em novembro de 1981. UFLA, 1997.

Características	Valores
pH (H ₂ O)	5,3
P ^(a) (mg/dm ³)	3,1
K ^(a) (mg/dm ³)	57,0
Ca ^(b) (mmol _c /dm ³)	14,0
Mg ^(b) (mmol _c /dm ³)	3,0
Al ^(b) (mmol _c /dm ³)	3,0
M.O. ^(c) (g/kg)	29,0
Areia ^(d) (g/kg)	385,00
Silte ^(d) (g/kg)	147,00
Argila ^(d) (g/kg)	468,00
Classe Textural	ARGILOSA

Determinações realizadas pelo Laboratório de Química Agrícola "John Weelock" do Departamento de Ciências do Solo da UFLA - Lavras - MG.

^(a) Extrator Mehlich 1; ^(b) Extrator KCl 1N; ^(c) Método colorimétrico; ^(d) Método da pipeta

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi instalado no delineamento experimental de blocos casualizados, onde se estudou quatro doses ou concentrações de sulfato de zinco em duas e quatro aplicações por ano agrícola.

A parcela experimental foi constituída por três linhas de dez covas formando um total de 30 covas por parcela. A parcela útil era formada pelas seis plantas centrais e as demais covas consideradas como bordadura, conforme esquema a seguir:

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	O	O	O	O	O	O	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

(X) Covas de bordadura

(O) Covas úteis

3.3 Tratamentos

As quantidades de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) aplicadas nas concentrações de 0%; 0,5%; 1,0% e 1,5%, testadas em duas ou quatro aplicações por ano agrícola, nos meses de setembro e janeiro no caso de duas aplicações anuais e, setembro, novembro, janeiro e março, no caso de quatro aplicações anuais, perfizeram um total de sete tratamentos que se encontram relacionados na Tabela 2. As aplicações de novembro e janeiro tinham como objetivo cobrir o período de vegetação mais intensa da planta; a pulverização de setembro, mês que corresponde ao final do período seco, aumento da temperatura e início de novas brotações e florescimento e a pulverização de março, mês caracterizado pela redução das chuvas, vegetação intensa e crescimento de fruto, teve como finalidade proteger o período seco de baixa disponibilidade dos nutrientes.

Dado ao fato que o experimento foi instalado na segunda quinzena de novembro do ano agrícola de 1981/82 tendo já sido decorrida a primeira época de aplicação (setembro), optou-se por fazer neste primeiro ano agrícola: uma aplicação (novembro) e três aplicações (novembro, janeiro e março) nas concentrações propostas.

Tabela 2: Quantidades ou concentrações de sulfato de zinco aplicadas por hectare e por cova e, número e época das aplicações. UFLA, 1997.

Tratamentos	Época de aplicação	Quantidades $ZnSO_4$ aplicadas	
		(kg/ha)	(g/cova)
1 Testemunha (sem zinco)	-	0,0 (0,0)*	0,0 (0,0)
2 2 aplicações de $ZnSO_4$ a 0,5%	(Set-Jan)	6,2 (3,1)	5,0 (2,5)
3 4 aplicações de $ZnSO_4$ a 0,5%	(Set-Nov-Jan-Mar)	12,4 (9,3)	10,0 (7,5)
4 2 aplicações de $ZnSO_4$ a 1,0%	(Set-Jan)	12,4 (6,2)	10,0 (5,0)
5 4 aplicações de $ZnSO_4$ a 1,0%	(Set-Nov-Jan-Mar)	24,8 (18,6)	20,0 (15,0)
6 2 aplicações de $ZnSO_4$ a 1,5%	(Set-Jan)	18,6 (9,3)	15,0 (7,5)
7 4 aplicações de $ZnSO_4$ a 1,5%	(Set-Nov-Jan-Mar)	37,2 (27,9)	30,0 (22,5)

(*) Quantidades de $ZnSO_4$ entre parênteses referem-se aquelas aplicadas no ano agrícola 1981/82 (1 e 3 aplicações)

3.5 Avaliações

A produção foi avaliada anualmente determinando-se o peso de frutos colhidos. Da produção das seis plantas úteis retirava-se uma amostra com peso de 2,0 kg que era seca até cerca de 11% de umidade. Desta amostra, após ser beneficiada, pesava-se a quantidade de grãos e transformava-se a produção colhida em sacas de café beneficiado por hectare.

Da amostra beneficiada, retirava-se o equivalente a 300 g e fazia-se a classificação do café por peneira. As amostras correspondente a cada peneira foram divididas por três o que corresponde a amostra de peso igual a 100 g. Assim, o café era classificado na seguinte ordem: Peneira 17 e maiores (chato grosso); Peneira 15 (chato médio); Peneira 12 (chatinho); Peneira 11 (moca grosso); Peneira 10 (moca médio); Peneira 9 (moquinha) e Fundo (Bartholo et al., 1989). A classificação por peneiras foi feita nas colheitas dos anos agrícolas 1982/83; 1983/84; 1984/85; 1986/87; 1987/88 e 1988/89. Nos anos agrícolas de 1981/82 e 1985/86 não foram feitas a referida classificação por peneiras.

Anualmente em janeiro foram feitas amostragens de folhas do 3^o ou 4^o par, nos dois lados do renque, da parcela útil, perfazendo um total de 100 folhas por parcela, segundo recomendação de Malavolta (1993). A data de coleta destas amostras obedeceu um mínimo de 30 dias após a última pulverização.

As folhas colhidas eram lavadas e acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar a 70^o C até atingir peso constante. As folhas secas eram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 40 malhas por polegada e armazenadas em frascos de vidro até o momento das determinações químicas.

Os teores dos nutrientes nas folhas foram assim determinados: o teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo método micro Kjeldahl, (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989), foram dosados os teores totais de P, por colorimetria; os de Ca e Mg e micronutrientes, por espectrofotometria de absorção atômica; os de K, por fotometria de chama; os de S total, por turbidimetria (Blanchar, Rehm e Caldwell, 1965). O B foi extraído por incineração e determinado por colorimetria de curcumina (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989).

3.6 Análises estatísticas

Os dados de produção de grãos, teores de nutrientes nas folhas e a classificação por peneiras foram submetidos a análise de variância e teste de Duncan a 5%. Regressão polinomial foi feita para média de oito produções utilizando as doses de sulfato de zinco (kg/ha) para cada número de aplicações e também para os anos agrícolas de alta produção e com diferença significativa entre os tratamentos e para o teor foliar de Zn de acordo com o procedimento proposto por Pimentel Gomes (1985).

Devido ao fato de que nos anos de baixa produção, os dados não apresentam muita coerência, maiores inferências sobre os resultados foram feitas nos anos de alta produção, com a produção média dos anos de alta e baixa produção e com a produção média dos oito anos agrícolas conforme sugestões de Stevens (1949) e Fraga Jr. e Conagin (1956). Os dados de teores foliares dos nutrientes bem como os das relações entre eles, foram correlacionados (correlação linear simples) com os dados de produção do mesmo ciclo produtivo. Assim, os resultados das análises das folhas coletadas em janeiro de um dado ano foram correlacionados com a produção obtida em junho do mesmo ano. Utilizou-se nas análises estatísticas o SAEG e adotaram-se na interpretação das análises dos dados os níveis de significância de 5% e 1%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito da aplicação dos tratamentos sobre a produção anual e dos biênios

Pela análise de variância apresentada nas Tabelas 1A, 2A, e 3A (Apêndice), não se observaram diferenças significativas para os anos agrícolas 1986/87 e 1988/89 e para os biênios 1986/87 e 1988/89. Os tratamentos e os resultados estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

A produção da testemunha (tratamento 1), ausência de aplicação de sulfato de zinco, em todos os anos agrícolas e na média de oito produções, em geral foi inferior aos demais tratamentos, à exceção dos anos em que a produção foi considerada irregular ou muito baixa, como nos os anos agrícolas de 1985/86 e 1987/88 quando a produção média foi de 0,31 e 3,24 sacas beneficiadas por hectare (Tabela 3). O ano agrícola de 1983/84 foi um ano tido como de baixa produção (Tabela 3). A diferença entre a produção da testemunha e a maior produção devida à aplicação dos tratamentos, nos diferentes anos agrícolas foi de 10,76 sacas (1981/82); 17,10 sacas (1982/83); 22,36 sacas (1983/84); 18,80 sacas (1984/85); 10,46 (1986/87); 11,74 (1988/89) e na média de oito anos agrícolas, de 9,53 sacas beneficiadas por hectare.

Nos anos agrícolas 1985/86 e 1987/88 as produções foram muito baixas (Tabela 3). As alternâncias em grandes e pequenas produções são uma constante no cafeeiro, sendo isto uma característica nas variedades arábicas quando cultivadas a pleno sol e, atribui-se como causas desta bienalidade, às condições climáticas, nutricionais ou as condições adversas de cultivo (Beaumont, 1939; Stevens, 1949 e Cooil, 1960). Stevens (1949) e Fraga Jr. e Conagin (1956) sugerem interpretar os resultados utilizando-se a produção total ou a colheita média utilizando-se um número par de anos de produção ou ainda, a produção média de dois anos, conhecida como produção por biênio. A produção individual dos anos de baixa produção às vezes não reflete a aplicação dos tratamentos.

Tabela 3: Valores médios para a produção nos diversos anos de aplicação dos tratamentos e média das oito produções com seus percentuais (%) em relação a testemunha, em sacas beneficiadas por hectare. UFLA, 1997.

Tratamentos	Anos agrícolas								Média 8 produções	%
	81/82*	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89		
1. Testemunha (sem zinco)	16,69b	38,37b	11,63c	36,72c	0,32b	56,29b	3,92ab	66,50a	28,80c	100,00
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	24,25a	43,26b	26,65ab	45,13abc	0,36ab	65,49a	3,99ab	71,40a	35,07b	121,78
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	27,45a	53,83a	22,37bc	55,52a	0,24b	66,75a	2,27b	78,24a	38,33a	133,10
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	24,78a	43,24b	33,99a	40,33bc	0,68a	65,00a	5,12a	72,38a	35,76b	124,17
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	24,19a	55,47a	15,62bc	54,51a	0,25b	64,19a	2,45b	66,52a	35,40b	122,92
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	20,83ab	47,30ab	18,34bc	52,04ab	0,20b	62,84ab	3,06ab	74,22a	34,85b	121,06
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	22,19ab	42,14b	13,58c	49,34abc	0,12b	66,48a	1,86b	73,38a	33,64b	116,86
C.V. (%)	20,26	14,41	40,42	19,04	81,10	8,90	47,91	11,39	4,89	
Média Geral	22,91	46,31	20,31	47,66	0,31	63,86	3,24	71,80	34,55	

Médias seguidas pela mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

(*) Ano agrícola 1981/82 aplicou-se 1 e 3 pulverizações.

Na média das oito produções, a aplicação de quatro pulverizações com sulfato de zinco à 0,5% (tratamento 3) foi significativamente superior ($P < 0,05$) aos demais tratamentos (Tabela 3). Duas aplicações de sulfato de zinco a 0,5% e 1,0% não diferiram entre si à exceção da testemunha (Tabela 3). De uma maneira geral, se observadas as produções ao longo dos anos, verifica-se que um maior número de pulverizações (4 aplicações), principalmente a menores concentrações, foram superiores aos tratamentos com menor número de pulverizações. Isto se deve principalmente à baixa mobilidade deste nutriente no floema da planta e assim, um maior número de aplicações a concentrações mais baixas seriam mais eficientes, sem elevar o teor foliar de Zn a valores excessivos (Malavolta, 1961).

A falta de resposta significativa na última colheita ($P > 0,05$), no ano agrícola 1988/89 talvez se deva à baixíssima produção do ano anterior fazendo com que a planta recuperasse as suas reservas e os seus nutrientes e assim, mesmo com uma elevada produção, fez com que as plantas não manifestasse efeitos dos tratamentos.

Pela Tabela 4, no primeiro biênio de produção (1982/83), a aplicação de quatro pulverizações de sulfato de zinco à 0,5% (tratamento 3) e a 1,0% (tratamento 5) não diferiram significativamente entre si, o mesmo acontecendo entre a aplicação de duas pulverizações a 0,5% (tratamento 2) e a 1,0% (tratamento 4). A diferença entre a testemunha e o tratamento 3 foi de 13,11 sacas de café beneficiadas por hectare ou seja um aumento de 47,6% na produção. Maiores concentrações reduziram a produção.

No biênio de produção 1984/85, quatro pulverizações a 0,5 e 1,0%, assim como, duas pulverizações independente de concentração, não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 4), apesar de quatro aplicações a 0,5% ter apresentado uma produção superior aos demais tratamentos sendo de 14,78 sacas de café beneficiadas por hectare em relação à testemunha, o que corresponde um aumento da produção de 61,2%. Resultado semelhante foi obtido no biênio de produção 1986/87 onde a diferença entre os tratamentos 3 e 1 foi de 5,19 sacas de café beneficiado por hectare ou seja de 18,34%. No biênio de produção 1988/89, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), apesar do tratamento em que se aplicou quatro pulverizações a 0,5% ter sido ligeiramente superior (Tabela 4). Os dados apresentados confirmam a carência a zinco pelo cafeeiro em nossas condições e as respostas existentes a este

nutriente (Malavolta et al., 1974; Silva, 1979; Martins et al., 1980; Malavolta, 1986; Abrahão et al., 1990 e Santinato et al., 1993).

Tabela 4: Valores médios dos biênios de produção do cafeeiro nos diversos anos de aplicação dos tratamentos, com as respectivas percentuais (%) em relação à testemunha, em sacas beneficiadas por hectare. UFLA, 1997.

	Biênios de produção							
	82/83*	%	84/85	%	86/87	%	88/89	%
1. Test. (sem zinco)	27,53c	100,0	24,17c	100,0	28,30a	100,0	35,21a	100,0
2. 2 Apl. ZnSO ₄ à 0,5%	33,75b	122,6	35,89ab	148,5	32,92a	116,3	37,70a	107,1
3. 4 Apl. ZnSO ₄ à 0,5%	40,64a	147,6	38,95a	161,2	33,49a	118,3	40,26a	114,4
4. 2 Apl. ZnSO ₄ à 1,0%	33,31b	121,0	37,16a	153,8	32,84a	116,1	38,75a	110,1
5. 4 Apl. ZnSO ₄ à 1,0%	39,83a	144,7	35,06ab	145,1	32,22a	113,9	34,49a	97,9
6. 2 Apl. ZnSO ₄ à 1,5%	34,07b	123,8	35,19ab	145,6	31,52a	111,4	38,64a	109,8
7. 4 Apl. ZnSO ₄ à 1,5%	32,16b	116,8	31,46b	130,2	33,30a	117,7	37,62a	106,9
C.V. (%)	9,67		10,27		8,92		10,62	
Média Geral	34,61		33,98		32,09		37,52	

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

(*) No ano agrícola 1981/82 aplicou-se 1 e 3 pulverizações

4.2 Efeito da quantidade e do número de aplicações de sulfato de zinco sobre a produção do cafeeiro

Devido a grande variação nas produções dos diferentes anos, correlacionou-se a produção média de oito anos com as doses de sulfato de zinco aplicadas em duas e quatro pulverizações por ano agrícola (Figura 1). A produção máxima estimada quando se fez duas pulverizações (uma setembro e outra em janeiro) foi 35,5 sacas de café beneficiado por hectare na média de oito colheitas, o que corresponde a uma dose de 10,8 kg/ha de sulfato de zinco (8,6 g por cova). Quando se fez quatro pulverizações (nos meses de setembro, novembro, janeiro e

março), a produção máxima foi de 37,7 sacas de café beneficiado por hectare para uma quantidade aplicada de 12,6 kg de sulfato de zinco por hectare (10,0 g por cova).

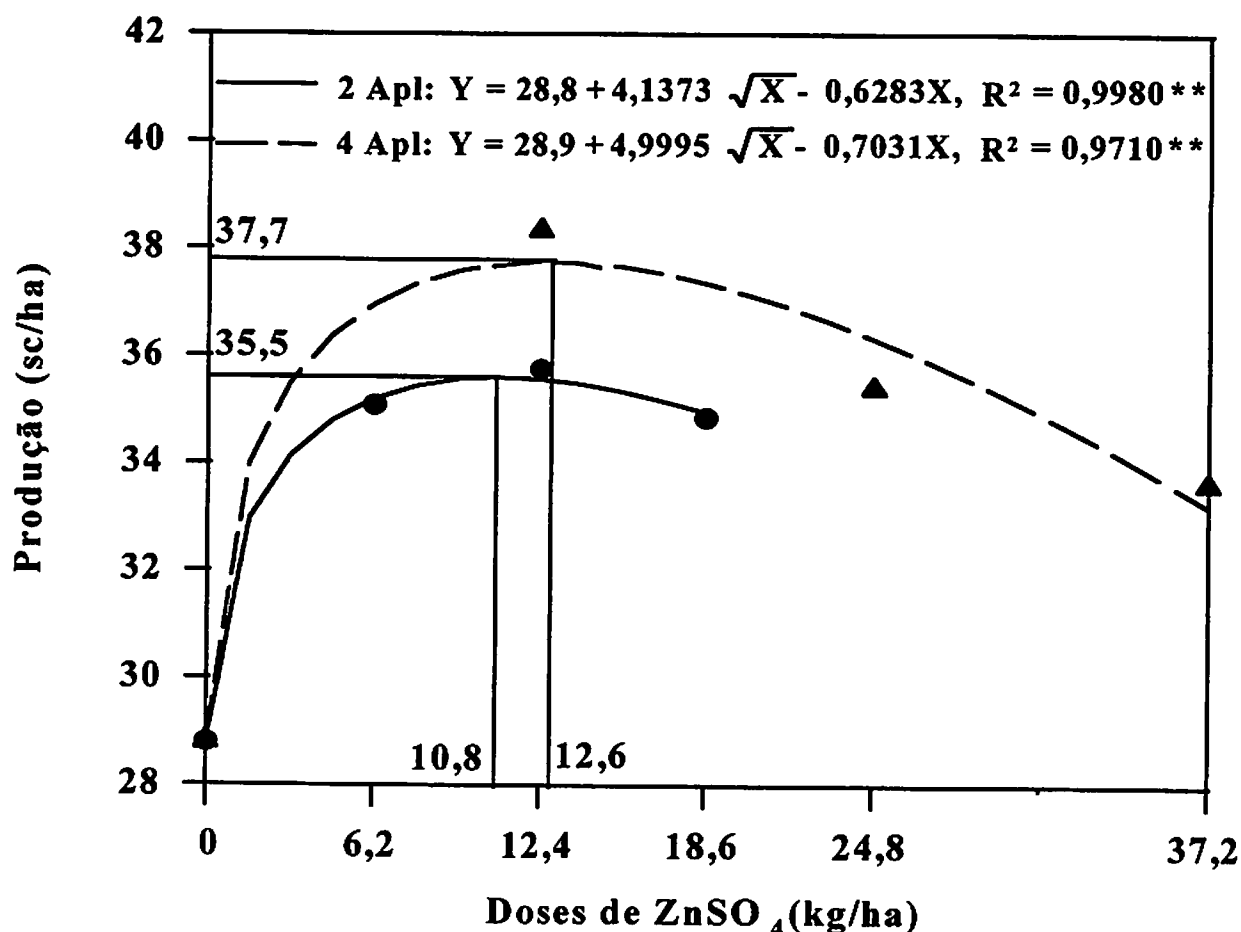


FIGURA 1: Produção média de oito anos agrícolas (sacas beneficiadas/ha) em função da quantidade (kg/ha) e do número de aplicações de sulfato de zinco (ZnSO₄). UFLA, 1997.

À partir das doses equivalentes às produções máximas, as produções reduziram por serem excessivas. A produção máxima estimada quando se fez duas aplicações de sulfato de zinco correspondente a uma quantidade de 10,8 kg/ha por ano ou 8,6g/cova por ano equívaleu a uma quantidade aplicada a uma concentração entre 0,5% e 1,0%. A produção máxima estimada quando se fizeram quatro aplicações de sulfato de zinco (12,6 kg/ha por ano ou 10,1 g/cova por ano) correspondeu a uma concentração próxima à 0,5% de sulfato de zinco (ZnSO₄).

As doses obtidas pelos diferentes autores variam. Silva (1979) aplicou doses crescentes de sulfato de zinco em pulverização sobre cafeeiros em um LE-orto, fase cerrado do Sul de Minas, obteve um aumento médio de produção, em três anos, de 73% para a aplicação de 4 g/cova/ano (4 kg/ha); de 82% para aplicação de 6g por cova (6 kg/ha) e de 8 g por cova (8 kg/ha) um aumento de 39% inferior à dose de 6,0 kg/ha mostrando-se já ser excessiva. Santinato et al. (1993) afirmam que o Zn dever ser aplicado em 3 a 4 aplicações foliares ao ano em solos argilosos totalizando 1,5 a 2,0 kg de Zn/ha (7,5 a 10,0 kg/ha de sulfato de zinco). Afirmam ainda que quantidades maiores podem reduzir a produção. Muller (1959) recomenda aplicações de solução de 0,2 a 1,0% de sulfato de zinco em duas a quatro pulverizações ao ano como a melhor forma de fornecer Zn ao cafeeiro.

4.3 Efeito da quantidade e do número de aplicações de sulfato de zinco na produção e nos teores foliares de zinco

Nos anos agrícolas tidos como de alta produção em que os efeitos dos tratamentos na produção foram significativos para duas e/ou quatro aplicações de sulfato de zinco, fez-se a regressão entre doses de sulfato de zinco aplicadas e a produção e, os teores de Zn foliar do mesmo ano agrícola para cada número de pulverizações.

No ano agrícola de 1981/82, ano em que se fez uma e três pulverizações de sulfato de zinco, quando se fez a aplicação de doses crescentes em um única pulverização uma produção máxima de café de 24,8 sacas beneficiadas por ha foi conseguida com uma quantidade estimada de 3,4 kg de sulfato de zinco por ha. Para esta produção máxima, o teor adequado de Zn foliar foi de 21,4 mg/kg (Figura 2). Neste mesmo ano agrícola, a aplicação de doses crescentes de sulfato de zinco em três pulverizações, uma produção máxima de 26,8 sacas de café beneficiadas por ha foi obtida com uma quantidade estimada de 9,5 kg de sulfato de zinco por ha. Esta produção máxima corresponde a um teor de Zn na folha de 24,3 mg/kg (Figura 3).

No ano agrícola de 1982/83, ano também de alta produção, o efeito das doses aplicadas foi significativo apenas quando se fizeram quatro pulverizações (Figura 4). A produção máxima de 56,1 sacas beneficiadas por ha foi conseguida com uma dose estimada de 11,4 kg de sulfato de zinco por ha que correspondeu a um teor foliar de Zn de 10,1 mg/kg.

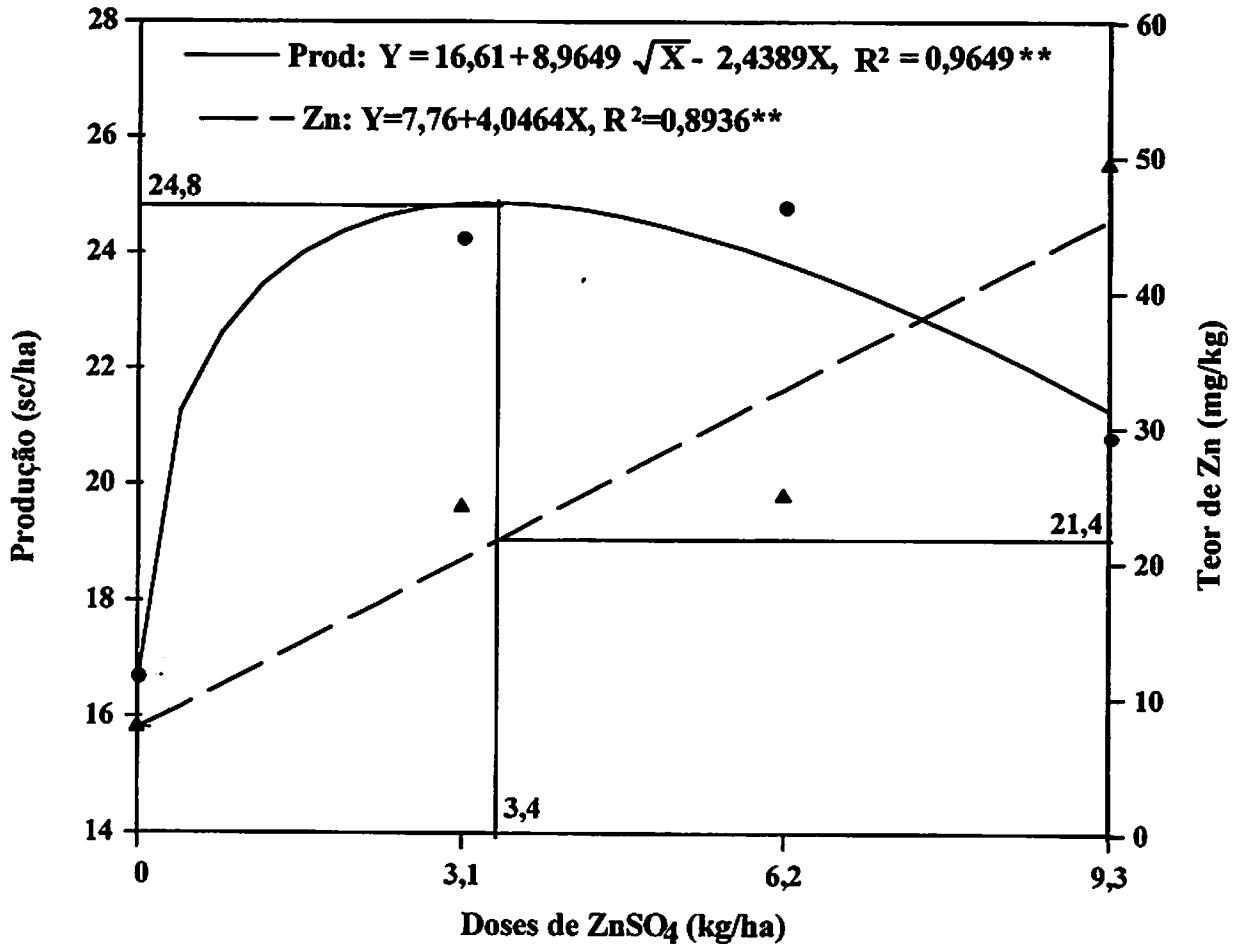


FIGURA 2: Regressão entre doses de sulfato de zinco (ZnSO₄) aplicadas em uma pulverização e a produção (sacas/ha) e os teores foliares de zinco (mg/kg), no ano agrícola 1981/82. UFLA, 1997.

Na Figura 5, correspondente ao ano agrícola de 1984/85, também um ano de alta produção, a produção máxima de 55,8 sacas de café beneficiadas por ha foi conseguida ao se aplicar a dose estimada de 14,9 kg de sulfato de zinco por ha. A esta produção máxima correspondeu a um teor foliar de 12,4 mg/kg de Zn.

As quantidades de sulfato de zinco aplicadas nos anos de alta produção aproximaram-se às doses médias calculadas para a média de oito produções, envolvendo anos de baixa e alta produção ou seja 10,8 e 12,6 kg/ha de sulfato de zinco, respectivamente para duas e quatro pulverizações por ha por ano (Figura 1). Estas quantidades aplicadas são variáveis segunda a idade da planta, sua altura, grau de enfolhamento, produção, e etc., fazendo com que a

quantidade de sulfato de zinco por ha ou por planta seja menor ou maior. Silva (1979) afirma que quantidade de 8 g/planta (8,0 kg/ha) já reduziam a produção. Santinato et al. (1993) sugerem quantidades de 7,0 a 12,0 kg de sulfato de zinco ao ano divididas em 3 a 4 aplicações foliares. Afirmam que quantidades superiores já reduzem a produção.

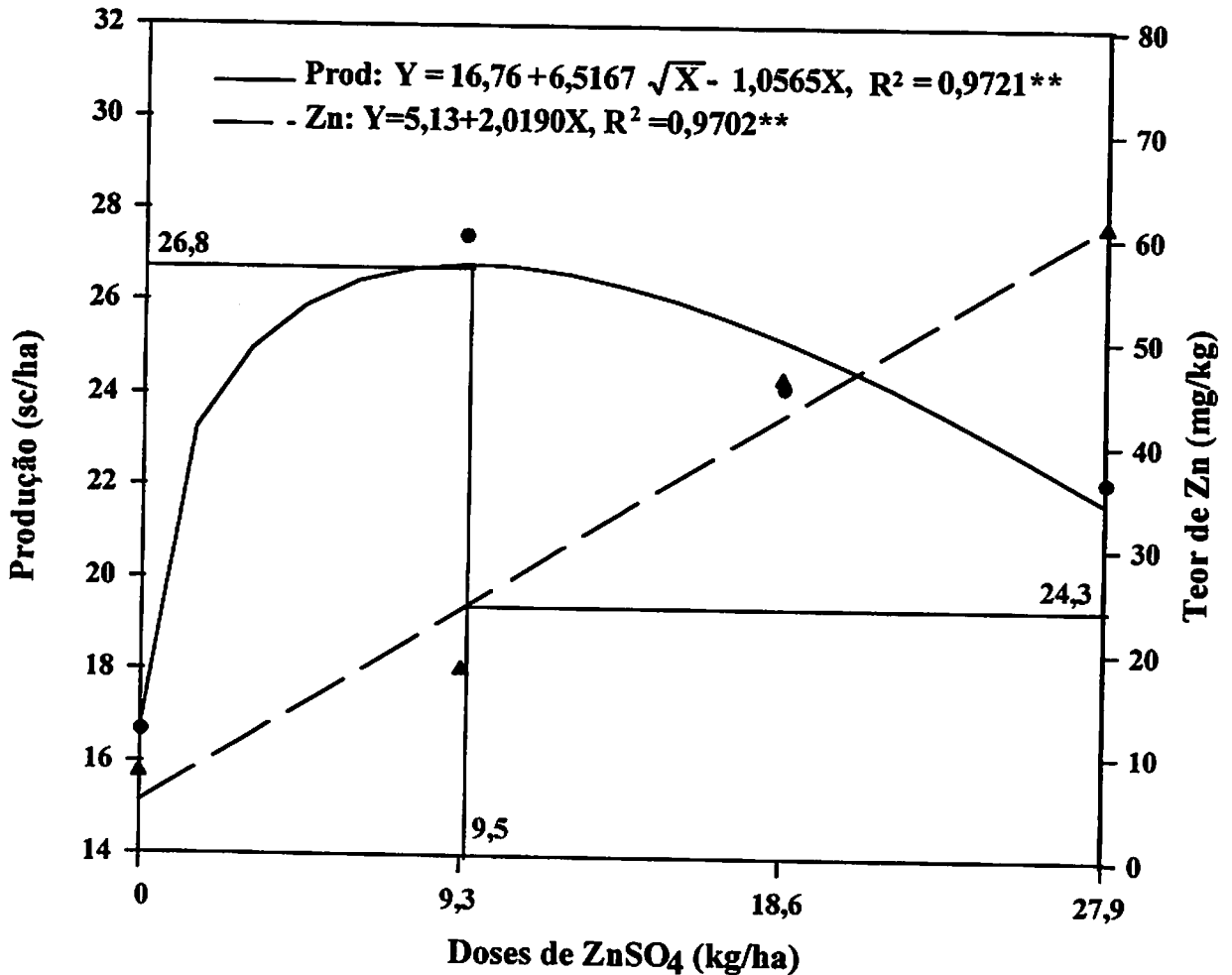


FIGURA 3: Regressão entre doses de sulfato de zinco (ZnSO₄) aplicadas em três pulverizações e a produção (sacas/ha) e os teores foliares de zinco (mg/kg), no ano agrícola 1981/82. UFLA, 1997.

Os teores de Zn na planta tiveram uma resposta linear conforme a adição de doses crescentes de sulfato de zinco de acordo com aquelas obtidas por Silva (1979), Paula, Begazo e Braga (1976) e Abrahão et al. (1990).

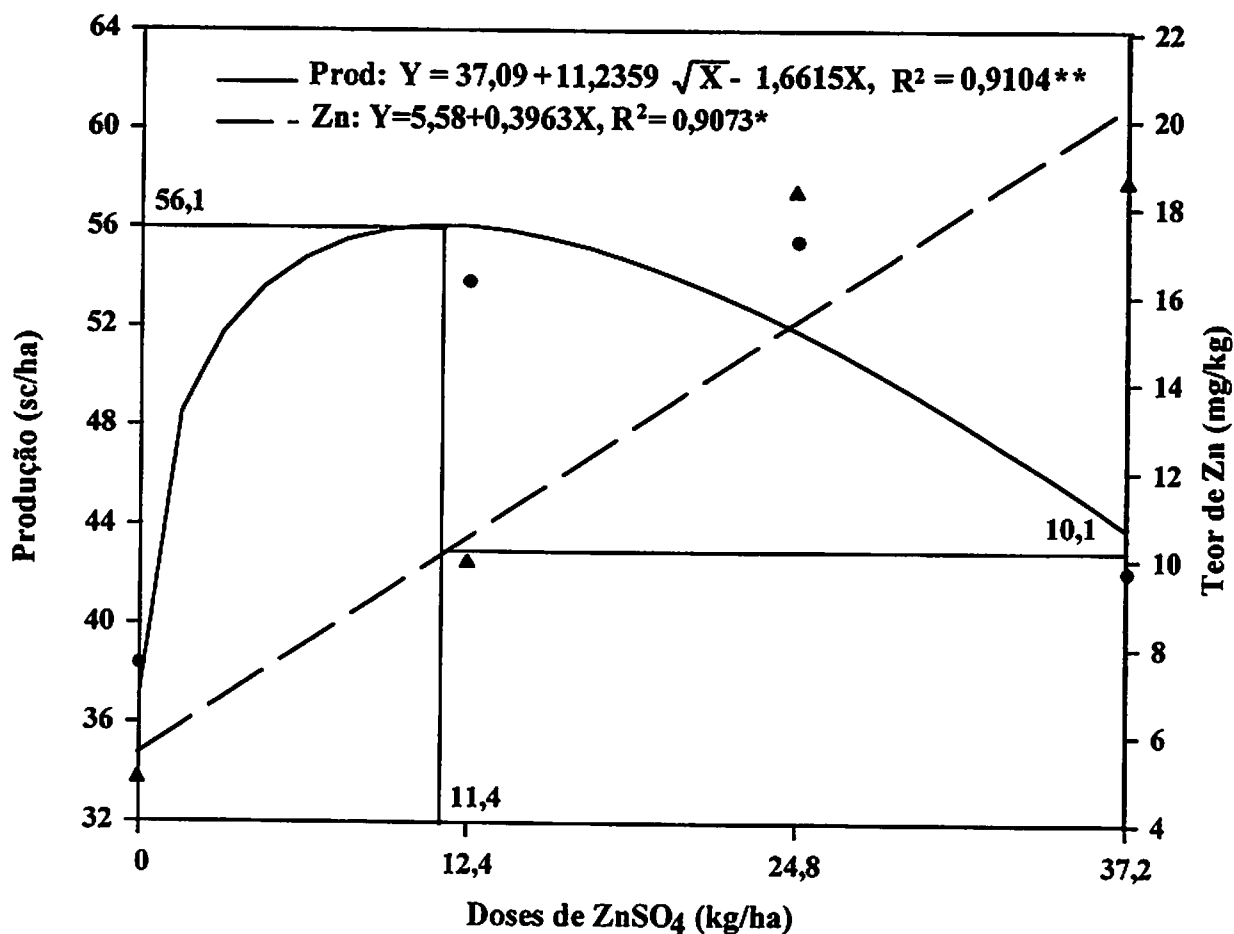


FIGURA 4: Regressão entre doses de sulfato de zinco (ZnSO₄) aplicadas em quatro pulverizações e a produção (sacas/ha) e os teores foliares de zinco (mg/kg), no ano agrícola 1982/83. UFLA, 1997.

Os níveis críticos obtidos por diferentes autores são variáveis, assim como os obtidos neste trabalho. No ano agrícola de 1981/82, a produção máxima foi estimada em torno de 25,0 sacas de café beneficiado por ha e o nível de Zn correspondente à esta produção máxima foi estimado em 21,4 e 24,3 mg/kg de Zn, respectivamente para uma e três pulverizações anuais (Figura 2 e 3).

Nos anos agrícolas de 1982/83 e 1984/85 anos de alta produção, as produções máximas estimadas foram respectivamente, de 56,1 e 55,8 sacas beneficiadas por ha quando se fizeram quatro pulverizações anuais. Os teores de Zn correspondentes a estas produções máximas foram respectivamente para estes anos de 10,1 e 12,4 mg/kg de Zn (Figura 4 e 5).

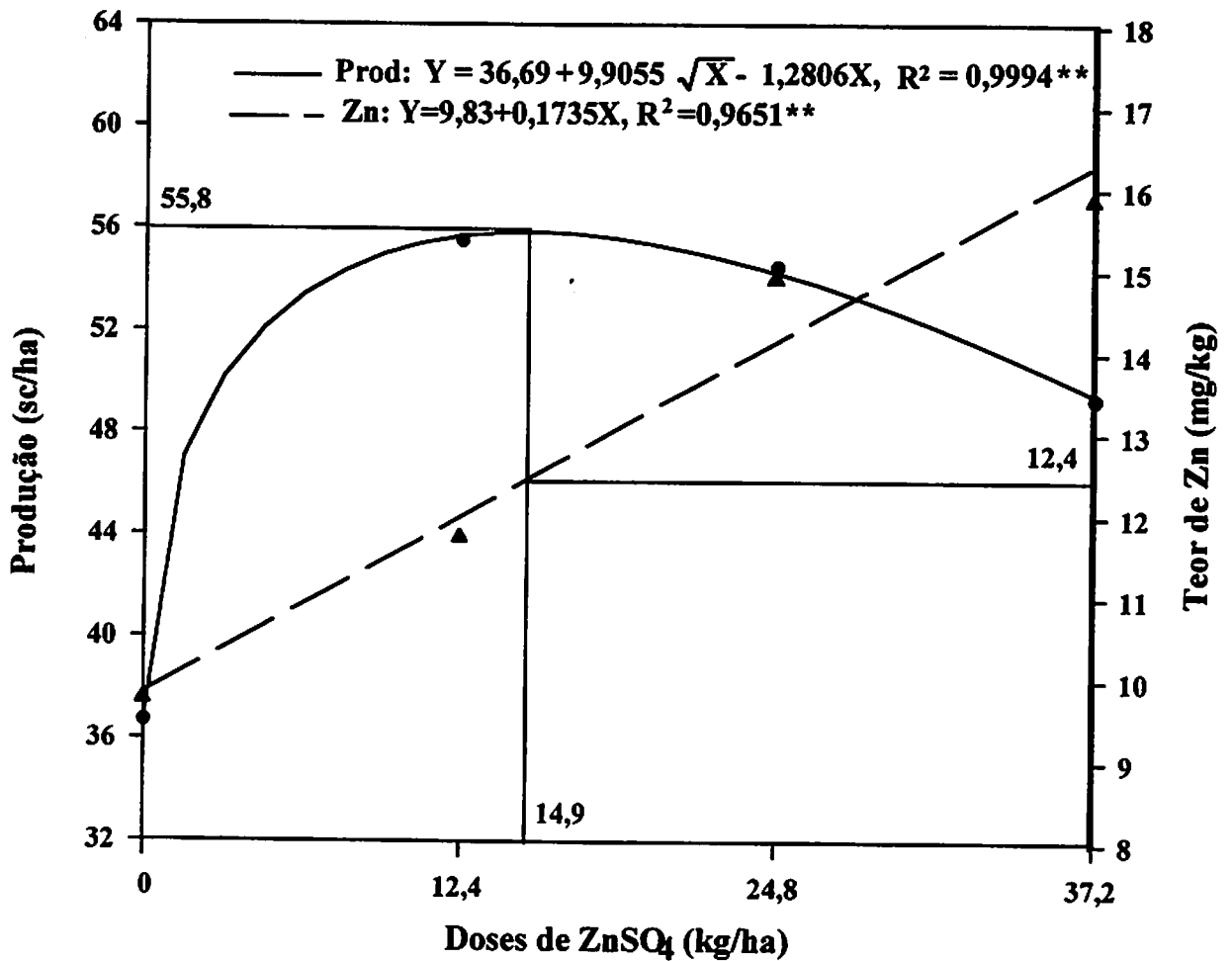


FIGURA 5: Regressão entre doses de sulfato de zinco (ZnSO₄) aplicados em três pulverizações e a produção (sacas/ha) e, os teores foliares de zinco (mg/kg), no ano agrícola 1984/85.

No primeiro ano agrícola (1981/82), as plantas antes da aplicação dos tratamentos apresentavam-se deficientes, com baixo grau de enfolhamento e a produção não era tão elevada fazendo com que o Zn aplicado ficasse mais concentrado nas folhas ou melhor, o teor correspondente a produção máxima fosse mais elevado (o nutriente estava mais concentrado na folha). Nos anos agrícolas de 1982/83 e 1984/85 as plantas já estavam mais preparadas para a produção, mais enfolhadas e mais altas, e tiveram uma produção mais de duas vezes superior às do primeiro ano. Estes fatos proporcionaram uma maior diluição do Zn dentro da planta e um maior dreno ou carreamento do Zn da parte vegetativa para os frutos fazendo com que o teor correspondentes a produção máxima nestes dois anos agrícolas fossem menor ou seja de 10,1 e

12,4, respectivamente para os anos de 1982/83 e 1984/85, anos em que a produção máxima estimada foi de 56,1 e 55,8 sacas beneficiadas por há. Este efeito de diluição e dreno foi discutido por Jarrel e Berverly (1981) e sugere-se que os resultados sejam apresentados em quantidades de Zn na planta e não em concentração. Desta forma, o fato dos diferentes autores não levarem em consideração na discussão de seus resultados, a idade da planta, o porte, grau de enfolhamento e a produção, faz que os níveis críticos sejam variáveis entre eles. Muller (1958) afirma que valores de Zn foliar entre 7,0 e 10,0 mg/kg podem reduzir a produção na Costa Rica. Lott et al. (1961); Garcia, Côrrea e Freire (1983); Costa et al. (1984) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1989) aceitam um teor foliar de 10 mg/kg de Zn como teor crítico; Silva (1979) encontrou um nível crítico médio na faixa de 15 a 19,4 mg/kg para uma produção máxima média em três anos de cerca de 25 sacas beneficiadas por ha; Abrahão et al. (1990) afirmam que as melhores produções foram obtidas numa faixa entre 9,5 e 21,6 mg/kg e que abaixo de 10 mg/kg e acima de 25 mg/kg de Zn foliar houve queda na produção.

Dada a grande variação do nível crítico em função da produção e principalmente devido à bienalidade do cafeeiro, ou seja, anos de alta e baixa produção, a definição do nível crítico de um nutriente deve ser vista não como um valor abaixo do mesmo ou, acima do qual, a sua aplicação é economicamente inviável (Malavolta et al., 1974). Deve ser vista com uma faixa de teores adequados, em que Malavolta, Fernandes e Romero (1993) afirmam que a faixa adequada de Zn na planta esta entre 8 a 16 mg/kg.

Adotou-se no trabalho como nível crítico, o teor foliar correspondente ao máximo de produção (100%). Alguns autores adotam o crítico de 90% em que acima deste percentual a produção já é afetada de forma econômica. Como se trata no caso de micronutriente e, a quantidade gasta de sulfato de zinco acima de 90% é muito pequena não afetando o custo, adotou-se a produção máxima com 100%.

4.4 Teores foliares dos nutrientes em função tratamentos

A relação entre os teores foliares dos nutrientes em função dos tratamentos aplicados, nos oito anos agrícolas são apresentados respectivamente nas Tabelas 5 a 12, e a significância estatística nas Tabelas 4A a 19A do Apêndice.

Tabela 5: Teores foliares de nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 81/82 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha (sem zinco)	31,26a	1,96a	20,02a	14,27a	3,57a	-
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	30,56a	1,80a	20,90a	11,63a	3,33a	-
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	31,26a	1,82a	19,80a	12,61a	3,43a	-
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	32,42a	1,74a	19,63a	11,64a	3,36a	-
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	31,50a	1,79a	19,80a	12,00a	3,37a	-
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	31,86a	1,79a	19,80a	11,68a	3,42a	-
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	30,22a	1,72a	21,17a	11,58a	3,15a	-

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. Testemunha (sem zinco)	42,44a	28,80a	-	-	7,86c
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	41,92a	28,80a	-	-	24,13bc
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	43,60a	30,20a	-	-	18,06bc
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	43,60a	26,25a	-	-	24,92b
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	41,00a	33,25a	-	-	46,20a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	43,35a	28,00a	-	-	49,41a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	40,35a	29,75a	-	-	61,07a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

Tabela 6: Teores foliares de nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 82/83 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha (sem zinco)	28,82b	2,11a	21,70a	9,80b	3,30a	1,07a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	32,10a	2,07a	21,30a	10,14b	3,26a	1,20a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	30,16b	2,11a	20,44a	11,70a	3,42a	1,17a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	29,90b	2,05a	19,18a	10,16b	3,36a	1,17a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	29,92b	2,09a	18,48a	10,78ab	3,40a	1,17a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	30,74ab	2,01a	20,04a	10,28b	3,58a	1,15a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	29,70b	1,97a	19,80a	9,58b	3,26a	1,10a

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. Testemunha (sem zinco)	38,92d	12,60a	155,40a	300,40a	4,99c
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	50,92ab	18,60a	148,40a	351,00a	4,76c
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	53,92a	16,60a	132,20a	352,80a	9,93b
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	45,72bcd	17,80a	139,40a	325,60a	4,14c
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	45,64bcd	16,80a	141,20a	333,80a	18,34a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	41,88cd	17,80a	129,60a	330,40a	4,76c
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	46,64bcd	14,40a	114,40a	363,80a	18,57a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

Tabela 7: Teores foliares de nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 83/84 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha (sem zinco)	31,62a	2,06a	23,38a	8,32ab	4,98a	0,88a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	31,54a	2,05a	23,02a	8,84a	5,16a	0,97a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	31,78a	2,09a	22,90a	8,28ab	5,16a	0,83a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	30,80a	2,14a	22,28a	9,08a	5,38a	0,95a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	31,64a	2,06a	22,90a	7,64b	5,06a	0,97a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	30,78a	2,05a	23,02a	7,60b	4,82a	1,01a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	31,06a	2,02a	23,38a	8,12ab	5,16a	1,01a

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. Testemunha (sem zinco)	34,64a	32,00a	150,00a	313,80a	7,40d
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	37,56a	36,80a	135,60b	345,80a	12,14d
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	35,72a	34,60a	122,60bc	349,00a	35,26b
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	36,92a	35,00a	127,40bc	342,40a	12,34d
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	34,52a	34,80a	116,60c	327,60a	58,56b
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	33,60a	33,40a	116,80c	309,80a	15,02d
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	34,48a	32,40a	117,80c	343,20a	68,76a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

Tabela 8: Teores foliares de nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 84/85 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha (sem zinco)	31,36a	2,02a	14,50a	9,62a	2,92a	3,32a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	31,74a	1,78b	15,94a	10,02a	3,02a	3,40a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	31,88a	1,81b	16,00a	10,06a	3,14a	3,28a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	31,56a	1,81b	16,48a	10,58a	3,44a	3,08a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	31,50a	1,83b	15,58a	10,00a	3,02a	3,40a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	31,82a	1,80b	17,40a	10,14a	3,06a	3,28a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	31,84a	1,71b	16,66a	9,82a	2,90a	3,04a

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. Testemunha (sem zinco)	55,20a	58,08a	95,20a	393,40a	9,75b
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	65,68a	58,32a	87,20a	407,00a	10,63b
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	63,44a	62,14a	81,40a	445,40a	11,74b
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	61,08a	61,08a	87,20a	394,00a	10,56b
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	57,20a	69,62a	87,20a	437,20a	14,91a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	58,56a	67,88a	89,40a	420,40a	11,24b
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	63,48a	67,82a	87,60a	422,00a	15,87a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

Tabela 9: Teores foliares de nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 85/86 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha (sem zinco)	31,60a	1,58a	31,82a	9,52a	3,00a	1,30a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	31,48a	1,56a	30,94a	9,30a	3,04a	1,46a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	30,94a	1,46a	29,44a	9,68a	3,08a	1,30a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	31,84a	1,58a	31,30a	9,86a	3,22a	1,62a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	30,72a	1,54a	32,40a	9,98a	3,10a	1,46a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	31,28a	1,52a	30,30a	9,58a	2,98a	1,20a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	30,26a	1,48a	33,30a	9,78a	3,04a	1,42a

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. Testemunha (sem zinco)	22,08a	25,20a	157,20a	406,80a	9,34c
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	21,44a	25,80a	148,00a	393,60a	9,88c
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	22,48a	24,80a	147,80a	410,20a	15,42abc
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	24,32a	25,80a	155,40a	407,00a	10,94bc
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	22,00a	25,00a	131,40a	407,00a	17,94a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	23,68a	27,40a	150,20a	403,20a	16,06ab
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	18,48a	25,60a	147,80a	417,60a	21,50a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

Tabela 10: Teores foliares de nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 86/87 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha (sem zinco)	28,24a	1,54a	22,00a	10,74a	2,72a	1,28ab
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	28,14a	1,42a	22,60a	10,84a	2,78a	1,26ab
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	28,38a	1,48a	22,00a	10,62a	2,80a	1,28ab
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	27,92a	1,46a	22,18a	11,00a	2,82a	1,50 ^a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	28,08a	1,38a	22,68a	10,64a	2,70a	1,10b
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	28,50a	1,40a	21,74a	10,70a	2,78a	1,14ab
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	28,52a	1,46a	22,56a	10,48a	2,72a	1,36ab

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. Testemunha (sem zinco)	47,20a	37,80a	69,20a	445,80a	10,20b
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	39,36a	33,80a	63,00a	438,60a	8,14a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	40,88a	41,60a	63,40a	409,80a	15,96ab
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	41,92a	40,40a	61,00a	482,40a	10,12b
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	39,48a	43,00a	60,60a	510,60a	19,48ab
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	42,56a	38,00a	67,00a	453,20a	17,68ab
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	44,56a	47,00a	64,60a	464,60a	26,38a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

Tabela 11: Teores foliares de nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 87/88 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha (sem zinco)	29,96a	1,26a	23,96a	11,60a	3,26a	1,50a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	29,72a	1,22a	23,96a	11,42ab	3,40a	1,34a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	28,60a	1,16a	23,76a	10,44bc	3,34a	1,24a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	29,68a	1,26a	23,56a	10,94abc	3,44a	1,60a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	29,38a	1,24a	24,82a	10,10c	3,18a	1,70a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	29,64a	1,24a	23,48a	10,52bc	3,46a	1,68a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	29,02a	1,20a	24,78a	10,04c	3,26a	1,58a

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. Testemunha (sem zinco)	14,72c	34,00a	85,40a	422,60a	10,35d
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	15,36c	52,60a	82,60a	391,40a	9,82d
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	18,16c	32,20a	78,00a	379,20a	45,96c
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	49,84ab	40,00a	88,80a	427,60a	8,20d
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	70,48a	41,00a	76,00a	439,20a	62,60b
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	33,76bc	42,60a	82,40a	393,80a	10,76d
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	36,76bc	44,00a	78,60a	412,40a	92,06a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

Tabela 12: Teores foliares de nutrientes (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg) no ano agrícola 88/89 em função dos tratamentos. UFLA, 1997.

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha (sem zinco)	27,32a	1,40a	23,52a	9,08a	2,48a	4,06a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	27,44a	1,32a	21,30a	9,52a	2,56a	4,34a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	27,04a	1,24a	21,20a	8,64ab	2,40a	4,16a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	27,54a	1,30a	20,88a	9,04a	2,50a	4,16a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	26,86a	1,34a	20,34a	8,52ab	2,30a	4,18a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	27,68a	1,42a	20,16a	8,98a	2,48a	4,16a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	26,90a	1,42a	20,06a	7,96b	2,34a	3,98a

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1. Testemunha (sem zinco)	53,60bc	16,60ab	107,40a	380,00a	10,44d
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	53,44bc	14,00bc	131,40a	360,80a	7,74d
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	64,88ab	8,40d	154,80a	366,60a	52,16c
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	68,96a	11,40cd	103,00a	371,40a	8,42d
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	45,92c	8,40d	97,80a	404,40a	79,26b
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	62,00ab	20,20a	135,80a	372,60a	12,12d
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	68,08a	17,80a	110,20a	368,00a	97,56a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

Em todos os anos foram significativos as diferenças ($P > 0,05$) entre os teores de Zn em função dos tratamentos aplicados confirmando a deficiência deste nutriente no LR de São Sebastião do Paraíso (Tabelas 5 a 12). No ano agrícola de 1982/83 a resposta a Zn mostrou sua influência nos teores de N, Ca e B. Por ter sido um ano de alta produção, estes resultados se explicam pela maior demanda destes nutrientes e, com referência à relação N/Zn admite-se que o Zn tenha promovido uma maior síntese de aminoácidos principalmente de triptofano devido a maior importância do Zn em sua síntese. Coincidentemente, os teores máximos de Ca e B equivalem-se as maiores produções (Tabela 3 e 6).

No ano agrícola de 1983/84, um ano de baixa produção, a influência do Zn sobre o teor de Ca foi menos consistente tendo o teor de Ca atingido 9,08 g/kg quando o teor de Zn foi 12,34 mg/kg no tratamento 4 (Tabela 7). O aumento dos teores de Zn acompanhado pela redução dos teores de Fe é compreensivo pela competição catiônica (Malavolta, 1980 e Mengel e Kirkby, 1987).

No ano agrícola de 1984/85 (Tabela 8), um ano de alta produção, constatou-se uma interação negativa entre P e Zn tendo o teor do primeiro nutriente diminuído com a presença do Zn. Uma tendência linear nos teores de Ca que diminuíram-se com o aumento nas quantidades de Zn aplicadas, apesar de serem de pouca consistência, foi observado no ano agrícola de 1987/88, um ano de baixa produção (Tabela 11). Também neste ano agrícola observou-se uma tendência de resposta quadrática nos teores de B em função das doses de Zn aplicadas.

No ano agrícola de 1988/89, o menor teor de Ca (7,96 g/kg) foi registrado com 4 aplicações de sulfato de zinco a 1,5% sendo este um resultado coerente com a interação negativa Zn x Ca (Tabela 12). As respostas dos teores de B e Cu, não foram conclusivas devidas às pulverizações com ácido bórico e oxiclreto de cobre, respectivamente, para o suprimento de B e para o controle de doenças.

4.5 Efeito da quantidade e do número de aplicações de sulfato de zinco na produção e na relação P/Zn

A adição de doses crescentes de sulfato de zinco proporcionou um aumento linear nos teores de Zn. Este aumento nos teores de Zn afetam os valores da relação P/Zn que são

diminuídos. Como no trabalho estas relações nos diferentes anos foram não conclusivos optou-se por fazer a regressão utilizando-se a produção média de oito colheitas e os valores médios de P/Zn. Estas regressão deveria ter sido feitas ano a ano. Fazendo-se com a média de oito colheitas, os dados foram mais conclusivos. Para duas pulverizações (Figura 6) a relação P/Zn foi de 144,9 e para quatro pulverizações (Figura 7) foi 100,6 correspondendo à uma produção máxima média de 35,5 e 37,5 sacas beneficiadas por ha, respectivamente. Malavolta (1993) afirma que a faixa de relação P/Zn varia de 125 a 187.

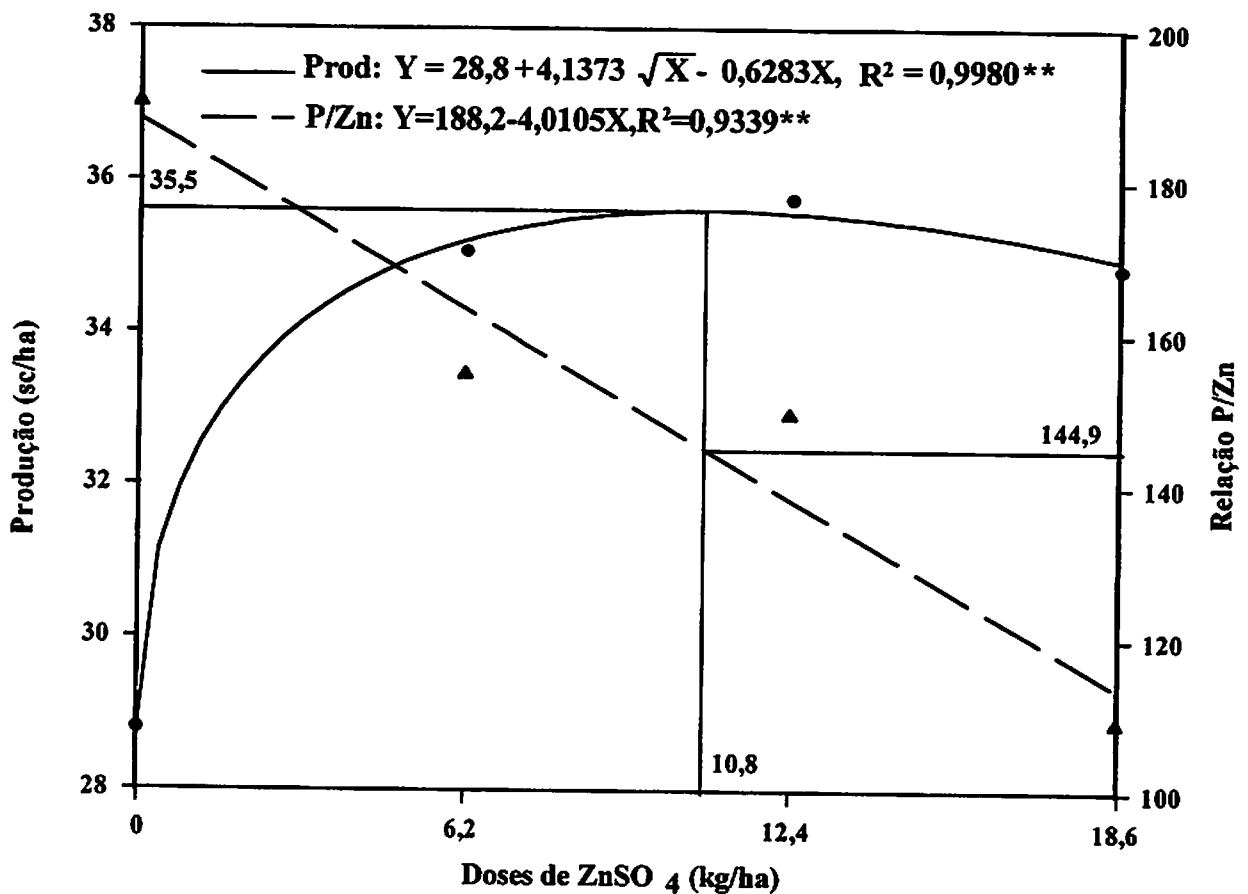


FIGURA 6: Regressão entre doses de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) aplicadas em duas pulverizações e a produção (sacas/ha) e os valores médios da relação P/Zn na média de oito colheitas. UFLA, 1997.

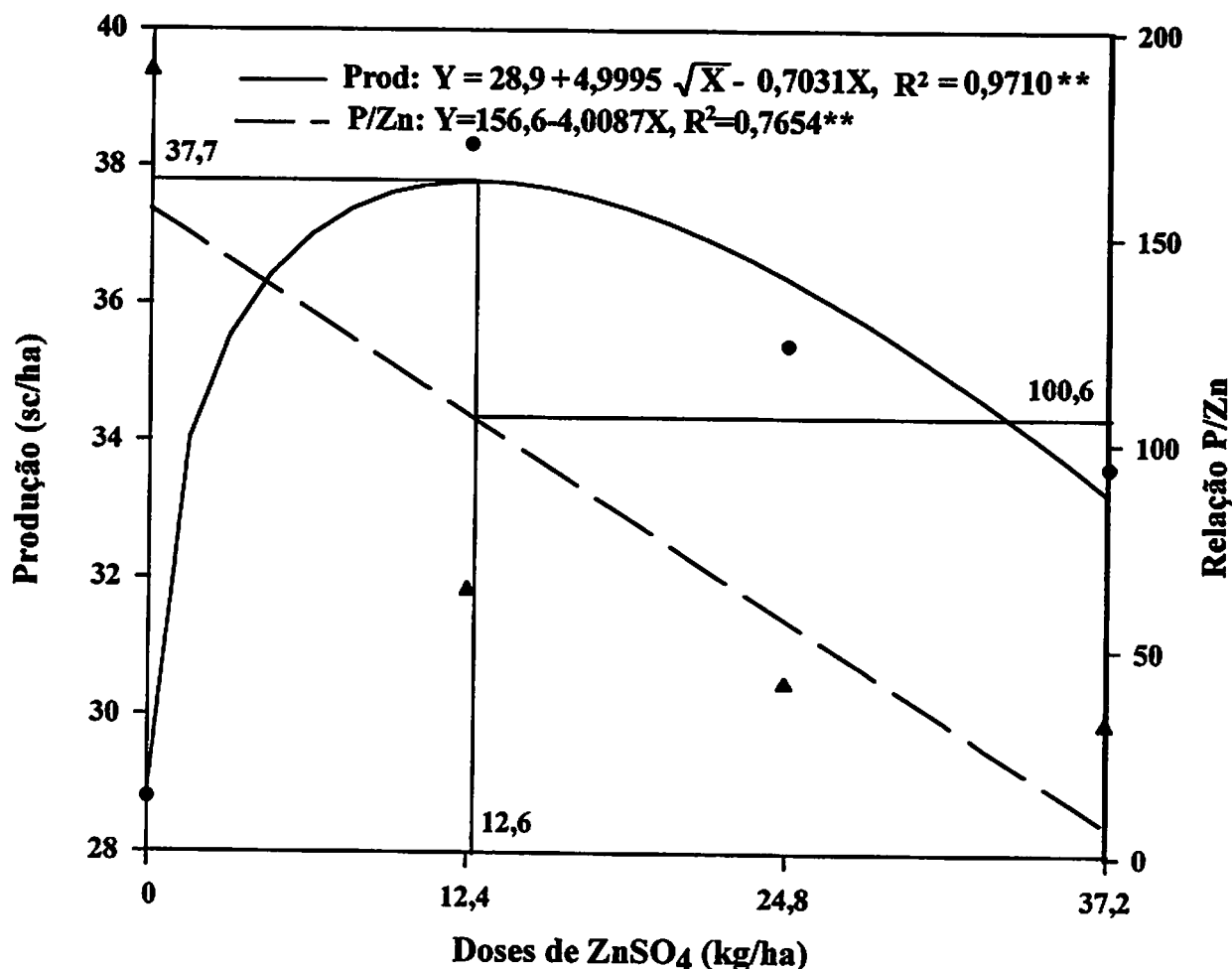


FIGURA 7: Regressão entre doses de sulfato de zinco (ZnSO_4) aplicado em quatro pulverizações e a produção (sacas/ha) e, os valores da relação P/Zn médios de oito colheitas.

4.6 Correlação entre os teores foliares e a produção

A produção foi utilizada como variável para as correlações com os teores foliares dos nutrientes. Mesmo levando-se em consideração que a busca de correlação entre fatores isolados de produção só se torna consistente a partir de um número elevado de dados obtidos em diferentes condições, procurou-se determinar as correlações lineares simples entre os teores foliares de todos os nutrientes avaliados no experimento e as principais relações entre eles, com as produções de café beneficiado nos anos agrícolas estudados, cujos coeficientes são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Coeficientes de correlação linear simples (r) entre os teores foliares dos nutrientes (g/kg) e as principais relações entre eles e a produção (sacas beneficiadas/ha), para os diversos anos estudados. UFLA, 1997.

	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89
N	0,0159	0,0692	-0,3496*	0,1212	0,2473	-0,0418	0,0189	-0,0412
P	-0,0580	0,3015*	0,0403	-0,1640	0,1778	-0,2226	0,0870	-0,2334
K	-0,1181	-0,4005**	-0,4150**	0,3600*	-0,1571	-0,0095	-0,2276	-0,1777
Ca	-0,0556	0,6962**	0,4278**	0,0404	0,0373	-0,0283	0,3113*	0,2232
Mg	0,1136	0,1272	0,2389	0,1099	0,5365**	0,1745	0,2124	0,3061*
S	-	0,1371	0,0141	0,1502	0,2214	0,1281	-0,2297	0,0684
B	0,0804	0,2165	0,6590**	-0,1039	0,1362	0,1497	-0,1482	0,2441
Cu	0,0229	0,3780*	0,1655	0,0700	-0,0432	-0,0447	-0,2457	-0,0770
Fe	-	-0,0156	0,1145	-0,2306	0,0687	-0,0534	0,0667	0,1404
Mn	-	0,2864*	0,1768	0,1365	0,2675	0,1176	0,0999	0,0598
Zn	0,0331	0,2380	-0,2925*	0,0817	-0,3768*	0,2158	-0,4965**	-0,0727
N/P	0,0810	-0,2135	-0,2037	0,1985	-0,0579	0,1665	-0,1022	0,2047
N/K	0,1062	0,3947**	0,1568	-0,3216	0,1731	-0,0167	0,2076	0,1424
N/Ca	-0,0061	-0,6715**	-0,4711**	-0,0264	0,0896	-0,0004	-0,3338	-0,2278
N/Mg	-0,0871	-0,0762	-0,3216*	-0,1227	-0,3772*	-0,1757	-0,2060	-0,3421*
N/S	-	-0,1236	0,0306	-0,0660	-0,1519	-0,0707	0,2256	-0,0583
K/P	-0,0438	-0,4811**	-0,2615	0,3544*	-0,2302	0,1638	-0,2340	-0,0004
K/Ca	-0,0708	-0,7149**	-0,4391**	0,3432*	-0,1175	0,0189	-0,3614*	-0,2853*
K/Mg	-0,1188	-0,3341	-0,3147*	0,2453	-0,4276**	-0,1162	-0,3026*	-0,3410*
Ca/P	-0,0337	0,6751**	0,4445**	0,1329	-0,1334	0,1951	0,2469	0,3084*
Ca/Mg	-0,1166	0,5710**	0,2849*	-0,1354	-0,5271**	-0,2585	0,1760	-0,0361
Ca/S	-	0,4284**	0,2820	-0,0605	-0,1997	-0,0623	0,2968*	0,0667
Mg/P	0,2272	-0,0648	0,2107	0,1733	0,2515	0,3547*	0,0960	0,3770*
Mg/S	-	-0,0878	0,1662	-0,0006	-0,0280	-0,0269	0,2475	0,0885
P/S	-	-0,0263	0,0769	-0,1843	-0,1362	-0,1068	0,2575	-0,1479
K/SB ^(a)	-0,0688	-0,6616**	-0,4375**	0,3309*	-0,2018	-0,0129	-0,3589*	-0,2906*
Ca/SB ^(a)	0,0313	0,7418**	0,4716**	-0,3585*	0,0860	-0,0363	0,3563*	0,2734
Mg/SB ^(a)	0,1407	0,0590	0,2073	-0,2111	0,4797	0,1931	0,1996	0,3095*
N/SA ^(b)	-	-0,2005	-0,1548	-0,0392	-0,1581	-0,0510	0,2076	-0,0249
P/SA ^(b)	-	0,2053	0,2156	-0,2100	0,0471	-0,2145	0,1438	-0,2286
S/SA ^(b)	-	0,0905	0,0504	0,1282	0,1684	0,1253	-0,2368	0,0819
SB/SA	-	-0,0049	0,3551*	0,2800	-0,2260	0,0065	0,0677	-0,0716
N/B	-0,0546	-0,2174	-0,6879**	0,1492	-0,0461	-0,1586	0,2836*	-0,2233
N/Cu	-0,0030	-0,3773**	-0,2582	-0,0307	0,1554	-0,0061	0,2553	0,0661
P/Cu	-0,0546	-0,3262*	-0,1715	-0,1000	0,2513	-0,0464	0,2775	0,0118
P/Zn	-0,2653	-0,3161*	0,0675	-0,0750	0,3557*	-0,2167	0,5309*	-0,1092
Ca/B	-0,0931	0,2718	0,0108	0,1493	-0,0986	-0,1432	0,3067*	-0,0885
Ca/Mn	-	0,2761	0,1222	-0,0524	-0,1972	-0,0632	0,0394	0,0839
Ca/Zn	-0,2368	-0,1876	0,1207	-0,0198	0,3611*	-0,1896	0,5523**	-0,0797
B/Zn	-0,2065	-0,2835*	0,1129	-0,1152	0,3211*	-0,1233	0,2906	-0,0409
Cu/Zn	-0,2390	-0,1620	0,0791	-0,0001	0,3255*	-0,2636	0,3888**	-0,1422
Fe/Mn	-	-0,1734	-0,0937	-0,2146	-0,1327	-0,0617	-0,0574	0,0903
Prod. ^(d)	22,91	46,31	20,31	47,66	0,31	63,86	3,24	71,80

^(a) SB = soma de bases, K+Ca+Mg, em g/kg; ^(b) SA = soma de ânions, N+P+S, em g/kg; - não analisado
 ** e * significativo a 1 e 5, respectivamente; ^(d) Produção média do experimento.

Ao se observarem as correlações que mais se destacaram pelos coeficientes lineares simples, por serem mais elevadas e altamente significativas são ressaltados efeitos como: no ano agrícola de 1982/83, no ano de alta produção, Ca (0,70**); N/Ca (-0,67**); K/Ca (-0,71**); Ca/P (0,68**); K/SB (-0,66**); Ca/SB (0,74**); e no ano agrícola de 1983/84, B (0,66**) e N/B (-0,69**). Como se vê, a maior frequência de correlações altamente significativas registradas foi no ano agrícola de 1982/83, em sua maioria estavam envolvendo o Ca, o que é explicável por ser o cafeeiro uma planta muito exigente neste nutriente. O coeficiente de correlação K/SB negativo e significativo indica que houve desequilíbrio nutricional entre eles para o cafeeiro, com teor excessivo de K em relação ao Ca. A relação K/Ca também negativa ou Ca/SB mostram isto. Neste ano agrícola as aplicações de Zn tiveram efeito significativo sobre os teores de Ca.

A maioria dos nutrientes por não fazerem parte dos tratamentos ou serem pouco afetados por estes não apresentaram correlações significativas. Além disto, é comum encontrar coeficientes de correlações baixos entre a produção e os teores foliares dos nutrientes (Gallo, Hiroce e Miranda, 1968; Hiroce et al., 1975 e Marques (1995).

4.7 Efeito do sulfato de zinco aplicado ao cafeeiro na classificação dos grãos por peneira

A relação entre a classificação dos grãos beneficiados por peneiras em função dos tratamentos aplicados nos seis anos agrícolas e as médias desses anos são apresentados respectivamente nas Tabelas 14 a 20 e a significância estatística nas Tabelas 20A a 26A do Apêndice.

A classificação dos grãos por peneira não foi realizada nas produções dos anos agrícolas de 1981/82 e 1985/86.

Em todos os anos em que se fez a classificação dos grãos por peneira predominou a peneira 15 (tipo chato médio) independentemente dos tratamentos, seguido ora de grãos peneira 17 e maiores (grão chato grosso), ora de grãos peneira 12 (grãos tipo chatinho) (Tabelas 14 a 19). De uma maneira geral, observa-se que, quando se adiciona zinco aumenta-se a proporção de grãos em relação à testemunha.

Na média de seis colheitas, independentemente dos tratamentos (Tabela 20) a média de grãos classificados com peneira 17 e superiores foi de 17,88%; de peneira 15 foi de 52,02% e de

peneira 12 de 12,77%. Observa-se que nos grãos das peneiras maiores (peneira 17 e superiores + peneira 15) que representam cerca de 70% da classificação, ao se aumentar a quantidade de zinco aplicado aumenta também a percentagem em cada uma daquelas peneiras quando comparadas com as testemunhas. É do conhecimento geral que plantas mal nutridas em zinco apresentam uma diminuição do tamanho dos frutos que ainda são mal formados, dando “café de peneira baixa” (Franco, 1982 e Brasil, 1974, 1976 e 1986).

Tabela 14: Efeito dos tratamentos na classificação das peneiras no ano agrícola 82/83. UFLA, 1997.

Tratamento	Peneiras (%)							
	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Pen Fundo	
1. Testemunha (sem zinco)	28,86 c	46,92 a	1,88 a	4,40 b	2,80 a	12,18 a	2,00 b	
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	30,86 c	47,05 a	2,34 a	4,72 b	2,72 a	8,46 bc	1,84 b	
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	43,18 a	31,08 b	2,48 a	8,62 a	2,70 a	7,84 bc	2,06 b	
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	38,32 ab	35,10 b	2,34 a	8,20 a	2,80 a	11,34 ab	4,72 a	
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	40,36 ab	35,02 b	3,46 a	7,26 a	3,42 a	7,22 c	4,32 a	
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	36,64 b	36,30 b	2,58 a	7,98 a	2,22 a	10,82 ab	4,18 a	
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	39,84 ab	34,24 b	3,48 a	7,88 a	4,36 a	8,98 abc	4,08 a	

Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

Tabela 15: Efeito dos tratamentos na classificação das peneiras no ano agrícola 83/84. UFLA, 1997.

Tratamento	Peneiras (%)						
	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Pen Fundo
1. Testemunha (sem zinco)	13,46 a	51,86 a	17,06 a	5,26 a	5,14 a	3,44 a	2,86 a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	12,08 a	56,26 a	16,20 a	3,28 a	4,08 a	3,08 a	5,02 a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	14,94 a	52,70 a	16,72 a	4,20 a	4,80 a	3,56 a	3,08 a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	16,46 a	54,32 a	12,90 ab	4,68 a	4,88 a	2,54 a	4,22 a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	16,44 a	53,81 a	12,78 ab	3,76 a	5,14 a	3,58 a	4,08 a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	17,00 a	55,94 a	11,02 b	5,04 a	3,86 a	2,32 a	4,82 a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	18,32 a	54,30 a	9,70 b	5,20 a	5,06 a	3,00 a	4,42 a

Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

Tabela 16: Efeito dos tratamentos na classificação das peneiras no ano agrícola 84/85. UFLA, 1997

Tratamento	Peneiras (%)						
	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Pen Fundo
1. Testemunha (sem zinco)	27,56 a	49,34 a	8,24 a	5,04 a	6,22 a	2,30 a	1,30 a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	27,90 a	51,20 a	6,38 b	5,38 a	5,76 ab	2,30 a	1,08 a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	33,52 a	48,02 a	5,32 bc	5,32 a	4,78 bc	2,10 a	0,94 a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	32,46 a	47,98 a	6,28 b	5,16 a	4,66 bc	2,22 a	1,20 a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	33,90 a	48,52 a	4,28 c	5,72 a	5,28 abc	2,18 a	0,84 a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	33,88 a	48,62 a	5,30 bc	5,22 a	4,32 c	1,72 a	0,80 a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	34,10 a	47,79 a	4,80 c	5,46 a	4,90 bc	2,20 a	0,80 a

Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

Tabela 17: Efeito dos tratamentos na classificação das peneiras no ano agrícola 86/87. UFLA, 1997.

Tratamento	Peneiras (%)						
	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Pen Fundo
1. Testemunha (sem zinco)	3,92 b	54,06 a	24,98 a	2,78 a	5,68 a	6,20 a	2,38 a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	6,32 ab	57,52 a	21,42 a	2,10 a	5,46 a	5,34 a	1,84 a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	6,42 ab	52,90 a	23,32 a	2,76 a	5,68 a	6,40 a	2,52 a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	7,22 ab	58,86 a	18,10 a	1,82 a	5,30 a	5,66 a	2,78 a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	6,46 ab	56,94 a	20,54 a	2,76 a	5,66 a	5,34 a	2,30 a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	8,44 a	58,12 a	18,36 a	3,06 a	4,88 a	4,90 a	2,24 a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	6,74 ab	58,32 a	19,64 a	2,32 a	5,12 a	5,80 a	2,06 a

Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

Tabela 18: Efeito dos tratamentos na classificação das peneiras no ano agrícola 87/88. UFLA, 1997.

Tratamento	Peneiras (%)						
	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Pen Fundo
1. Testemunha (sem zinco)	7,22 a	56,60 a	17,58 ab	4,12 b	6,04 a	5,84 a	2,60 a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	5,80 a	57,22 a	20,28 a	2,78 b	6,02 a	4,98 a	2,92 a
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	9,56 a	53,93 a	15,86 b	6,98 a	5,82 a	5,16 a	2,68 a
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	9,30 a	59,98 a	15,86 b	3,10 b	5,26 a	4,58 a	1,92 a
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	9,54 a	60,60 a	14,38 b	2,82 b	5,04 a	4,22 a	3,40 a
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	9,40 a	61,98 a	13,50 b	3,84 b	5,04 a	4,14 a	2,10 a
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	8,94 a	60,28 a	15,86 b	3,70 b	5,02 a	4,24 a	1,96 a

Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

Tabela 19: Efeito dos tratamentos na classificação das peneiras no ano agrícola 88/89. UFLA, 1997

Tratamento	Peneiras (%)						
	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Pen Fundo
1. Testemunha (sem zinco)	5,20 b	53,00 cd	20,98 ab	4,12 a	8,38 a	6,24 a	2,08 a
2. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	6,08 b	51,72 d	23,30 a	4,16 a	7,54 a	5,76 ab	1,44 ab
3. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	9,56 a	56,64 abc	16,12 bc	5,64 a	7,68 a	3,42 d	0,94 b
4. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	8,50 a	54,40 bcd	16,54 bc	6,34 a	8,26 a	5,04 bc	0,92 b
5. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	9,38 a	57,83 ab	14,82 c	5,10 a	7,04 a	4,36 cd	1,46 ab
6. 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	8,70 a	58,90 a	15,12 c	4,96 a	6,78 a	4,42 cd	1,12 b
7. 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	8,66 a	59,04 a	14,50 c	5,00 a	7,30 a	4,34 cc	1,16 b

Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

Tabela 20: Efeito dos tratamentos na classificação das peneiras na média de seis colheitas. UFLA, 1997

Tratamento	Peneiras (%)						
	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Pen Fundo
1 Testemunha (sem zinco)	14,37 b	51,96 a	15,12 a	4,28 bc	5,71 a	6,03 a	2,20 bc
2 2 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	14,84 b	53,4 a	14,98 a	3,73 c	5,26 a	4,98 b	2,35 abc
3 4 Apl. de ZnSO ₄ a 0,5%	19,53 a	49,21 b	13,30 ab	5,58 a	5,24 a	4,74 b	2,03 c
4 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	18,70 a	51,77 a	12,00 b	4,88 ab	5,19 a	5,23 b	2,62 ab
5 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,0%	19,34 a	52,12 a	11,71 b	4,57 bc	5,26 a	4,48 b	2,73 a
6 2 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	19,01 a	53,31 a	10,98 b	5,01 ab	4,51 a	4,72 b	2,54 ab
7 4 Apl. de ZnSO ₄ a 1,5%	19,43 a	52,32 a	11,33 b	4,92 ab	5,29 a	4,76 b	2,41 abc
Média	17,88	52,02	12,77	4,71	5,21	4,99	2,41

Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan à 5%.

5 CONCLUSÕES

Mediante os objetivos propostos e os resultados obtidos, pode-se tirar as seguintes conclusões:

- O cafeeiro respondeu às aplicações de doses crescentes de sulfato de zinco via foliar na produção e aumentou os teores foliares de zinco.
- Um maior número de pulverizações (quatro aplicações) com $ZnSO_4$, em menores concentrações, foram superiores aos tratamentos com menor número de pulverizações em maiores concentrações, promovendo maiores produções.
- As produções máximas estimadas foram obtidas com quantidades de 10,8 e 12,6 kg de sulfato de zinco/ha/ano, respectivamente para duas e quatro aplicações anuais.
- Devido ao efeito de diluição nos teores foliares nos anos de alta produção, os valores de nível crítico neste caso foram menores que nos anos de baixa produção. Sugere-se como nível crítico de zinco valores na faixa correspondida entre 10 e 25 mg/kg, variando segundo a produtividade.
- As aplicações de doses crescentes de zinco proporcionaram redução na relação P/Zn. Sugere-se como faixa adequada ao cafeeiro valores entre 100 a 150.
- O aumento nas doses de zinco proporcionou maior percentagem de grãos classificados nas maiores peneiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, E. J.; ALMEIDA, E. de; BARROS, A. T.; MOURÃO, M. G. Efeitos de doses de sulfato de zinco em mistura com cloreto de potássio, aplicadas por via foliar em cafeeiro (*Coffea arabica*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, Maringá, 1989. Resumos...Maringá:IBC., 1989 p.58-59.
- ABRAHÃO, E. J.; CARVALHO, M. M. de; CARVALHO, J. G.; GUTMARÃES, P. T. G. Efeitos da aplicação foliar de sulfato de zinco, na presença e ausência de cloreto de potássio, no teor de zinco nas folhas e na produção do cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, Espírito Santo do Pinhal, 1990. Resumos...Espírito Santo do Pinhal:IBC., 1990 p.116-117
- ANANTH, B. R.; CHOKKANNA, N. G. Zinc deficiency in arabica coffee. **World Crops**, Londres, v.14, n.3, p.89-91, May./June 1962.
- ANANTH, B. R.; RAO, H. H. Field observations on the efficacy of foliar sprays of zinc salt for correcting zinc deficiency in arabica coffee. **Indian Coffee**, Bangalore, v.34, n.1, p.15-17, Jan. 1970.
- ANANTH, B. R.; TYENGAR, R. R. U.; CHOKKANNA, N. G. Widespread zinc deficiency in coffee in India. **Turrialba**, Costa Rica, v.15, n.21, p.71-87, abr./jun. 1965.
- ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.9-13, jun. 1986.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ. **Coffee Business**, Rio de Janeiro, v.2, n.1, abr. 1996. 60p.
- ARZOLLA, J. D. P. **Contribuição ao estudo da absorção e da translocação do radiozinco no cafeeiro**. Piracicaba:ESALQ/USP, 1955. 38 p. (Tese - Doutorado em solos e nutrição de plantas).
- ARZOLLA, J. D. P.; HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E. Nota preliminar sobre absorção e a translocação do radiozinco no cafeeiro [*Coffea arabica*] cultivado em solução nutritiva. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.12/13, p.113-120, 1955/1956.

- ARZOLLA, J. D. P.; HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro.VIII- .Estudo da absorção e da translocação do radiozinc no cafeeiro. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v.19, p.35-52, 1962.
- BARTHOLO, G. F.; MAGALHÃES FILHO, A. A. R. de; GUIMARÃES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.14, n.162, p.33-44, 1989.
- BEAUMONT, J. H. An analysis of growth and yield relationships of coffee trees in the Kona District, Hawaii. *Journal Agricultural Research*, Washington, v.59, n.3, p.223-235, Mar./Apr. 1939.
- BLANCHAR, R. W.; REHM, G.; CALDWELL, A. C. Sulfur in plant material digestion with nitric and perchloric acids. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.29, n.1, p.71-72, Jan./Feb. 1965.
- BLANCO, H. G. Estudos sobre absorção de zinco por folhas de cafeeiro [*Coffea arabica* L.]. Piracicaba:ESALQ/USP, 1970. 77 p. (Tese - Doutorado em solos e nutrição de plantas).
- BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. *Cultura do café no Brasil: manual de recomendações*. Rio de Janeiro, 1974. 261 p.
- BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. *Cultura do café no Brasil: Manual de recomendações*. Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1976. 312 p.
- BRAISL. Ministério da Indústria e Comércio. *Cultura de café no Brasil: pequeno manual de recomendações*. Rio de Janeiro, 1986. 215 p.
- CATANI, R. A.; PELLEGRINO, D.; BITTENCOURT, V. C. ; JACINTO, A. O.; GRANER, C. A. F. A. Concentração e quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro, *Coffea arabica* L., variedade Mundo Novo.[B.Rodr.] Chaussy, aos dez anos de idade. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v.24, p.97-106, 1967.
- CHEBABI, R. A.; GONCALVES, J. C. *Deficiências minerais no cafeeiro*. Campinas: CATI, 1970. 28 p. (Boletim Técnico,56).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de fertilizantes e corretivos em Minas Gerais*. Belo Horizonte:EPAMIG, 1978. 80p.
- COOIL, B. J. *La composición de la loja en relación el crecimiento y al rendimiento del café en Kona*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1960. 24p. (Materiales de enseñanza de café e cacao, 19)

- COSTA, A. C. M.; DI PIETRO, C. D.; FERNANDES, D. R.; GROHMANN, F.; LACERDA, L. A. O.; SCALI, M. H.; COSTA, P. C.; SANTINATO, R. Levantamento nutricional do cafeeiro no Estado de São Paulo, pelas análises de solo e foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, 1984. Resumos...Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1984. p.298-303.
- CULOT, J. P.; VAN WAMBEKE, A.; CROEGAERT, J. Contribution a l'étude des deficiences minérales du caféier d'arabee au Kivu, Institute National pour l'étude Agronomique du Congo Belga. Bruxelles: INEAC, 1958. 105p. (Serie Scientifique,73).
- DANTAS, F. A. S.; SANTINATO, R.; RIBEIRO, R. N. C. Doses de sulfato de zinco na cova de plantio do cafeeiro, em solo LVH (Latosolo Vermelho Amarelo Húmico) em Brejões-PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. Resumos...Rio de Janeiro:COTEC/DIPRO/IBC, 1987. p.214-215.
- EPSTEIN, E. Metabolismo mineral. In: EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: USP, 1975. p.235-66.
- ERNST, W.; WEINER, H. Localization of zinc in the leaves of silene ouculatus. **Fertilizers Abstracts**, Alabama, v.5, n.7, p.1222, July. 1972.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral da plantas**. Lavras:ESAL/FAEPE, 1994. 227p.
- FÁVARO, J. R. A.; BRAGA, R. P.; RENA, A. B.; ALVES, J. D.; CORDEIRO, A. T. Mobilidade do zinco em folhas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, Espírito Santo do Pinhal, SP, 1990. Resumos...Espírito Santo do Pinhal:IBC, 1990. p.41.
- FRAGA Jr., C. G.; CONAGIN, A. Delineamentos e análises de experimentos com cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v.15, n.17, p.177-191, 1956.
- FRANCO, C. M. Micronutrientes na cultura do cafeeiro. In:FUNDAÇÃO CARGIL. **Micronutrientes**. Campinas, 1982. p.75-89.
- GALLO, J. R.; HIROCE, R.; MIRANDA, A. A análise foliar na nutrição do milho. I - Correlações entre análise de folhas e produção. **Bragantia**, Campinas, v.27, n.15, p.177-186, 1968.
- GARCIA, A. W. R.; CORRÊA, J. B.; FREIRE, A. C. F. Levantamento das características químicas dos solos e estudo nutricional das lavouras cafeeiras do Sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Resumos... Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1983. p. 5-8.

- GARCIA, A. W. R.; SALGADO, A. R. Absorção foliar de nitrogênio e zinco pelo cafeeiro em função da luz e temperatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Resumos...Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1983. p.2-4.
- GRILLO, J. M.; SILVA, J. B. S. Efeito da aplicação de zinco em cobertura no solo sobre o teor de zinco e produção de matéria seca de mudas de cafeeiro, em casa de vegetação. *Ciência e Prática*, Lavras, v.9, n.1, p.93-104, jan./jun. 1985.
- HEWITT, E. J.; SMITH, T. A. **Plant mineral nutrition**. London:English University Press, 1975. 298 p.
- HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; MORAES, F. R. P. de; GALLO, J. R., NERY, C.; LAUN, C. R. P. Relações entre os teores de macronutrientes, boro e zinco das folhas de cafeeiro e as produções. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.27, n.4, p.390-399, abr. 1975.
- HUERTA, S. A. Par de hojas representativo del estado nutricional del cafeto. *Cenicafé*, Chinchiná, v.14, n.2, p.111-128, abr./jun. 1963.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Grupo de erradicação e racionalização da cafeicultura: levantamento da realidade cafeeira no sul de Minas Gerais**. s.l.,1975. 27p. (Mimeografado).
- JARREL, W. M.; BERVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, New York, v.34, p.197-224, 1981.
- KÜPPER, A.; GARCIA, A. W. R.; MARTINS, M.; MATA, J. M. Efeito residual do zinco, na forma de sulfato e óxido, aplicado na projeção da saia do cafeeiro, em cafezal em início de produção. In:CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS , 8, Campos do Jordão, 1980. Resumos... Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1980. p.399-403.
- KÜPPER, A.; GARCIA, A. W. R.; MARTINS, M.; SANTINATO, R.; FERNANDES, D. R. Efeito do zinco aplicado no solo, em cobertura, na forma de sulfato e de óxido de zinco sobre o cafeeiro. In:CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, Araxá, MG, 1979. Resumos...Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1979. p.295-297.
- KÜPPER, A.;GARCIA, A. W. R.;SANTINATO, R.; TOSTES, R. L.; SILVA, O. A. Efeitos de doses crescentes de óxidos de zinco e sulfato de zinco em cafeeiros em produção. In:CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Resumos... Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1983 a. p.383-351.

- KÜPPER, A.; SILVA, O. A.; GARCIA, A. W. R.; SANTINATO, R.; BARROS, U. V. Fontes (óxido e sulfato) de zinco, em doses crescentes, aplicados na cova no plantio do cafeeiro em solo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. **Resumos...**Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1983 b. p.348-52.
- LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibrium of micronutrients in soils. In: MORTEVEDT, J. J. **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society American, 1972. p.243-63.
- LOPES, A. S. Uso eficiente de fertilizantes com micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. **Anais...**Brasília: EMBRAPA, 1984. (Documento 14).
- LOTT, W. L.; McCLUNG, A. C.; VITA, R.; GALLO, J. R. **A survey of coffee fields in São Paulo and Paraná by foliar analysis**. São Paulo:IBEC Research Institute, 1961. 72p. (Boletim Técnico, 26).
- LOUÉ, A. A Nutrição mineral e a fertilização do café robusta na Costa do Marfim. **Fertilité**, Paris, v.5, p.27-60, 1958
- MALAVOLTA, E. Os micronutrientes. In: MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo:Ceres, 1976. p.413-448.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo:Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.165-275.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas máximas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p
- MALAVOLTA, E.; FERNANDES, D. R.; ROMERO, J. P. Seja o doutor do seu cafezal. **Informações Agronômicas**. Piracicaba:POTAFOS, 1993. v.64. (Encarte)
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; JOHNSON, C. M. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro. VI.Efeitos das deficiências de micronutrientes em *Coffea arabica* L. var. Mundo Novo cultivado em solução nutritiva. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.18, p.147-167, 1961.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo:Pioneira, 1974. 727p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.

- MARQUES, E.S. **Calcário e gesso na nutrição mineral e produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras:ULFA, 1995. 66p. (Dissertação - Mestrado em solos e nutrição de plantas).
- MARTINS, M.; GARCIA, A. W. R.; SALGADO, P. R.; CORRÊA, J. B. Estudo comparativo de produtos comerciais visando fornecer boro e zinco ao cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS ,8, Campos do Jordão, SP, 1980. **Resumos...**Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1980. p.364-7.
- MATIELLO, J. B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 319 p.
- McNALL, L. R. Foliar application of micronutrient. **Fertility Soils**, v.11, n.6, p.8-13, 1967.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Berna: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MOYSÉS, E. L. de F. D. **Acumulação de matéria seca e absorção de nutrientes pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv.Catuai em solução nutritiva com diferentes doses de zinco e pH**. Piracicaba:ESALQ, 1988. 147 p. (Tese - Doutorado em solos e nutrição de plantas)
- MULLER, L. E. Observación e control de deficiencias de elementos menores en el cafeto. **Turrialba, Costa Rica** , v.8, n.4, p.126-135, oct./dic.1958.
- MULLER, L. E. **Algunas deficiencias minerales comunes en el cafeto (*Coffea arabica* L.)**. Costa Rica:IICA, 1959. 41p. (Boletim, 4)
- PAULA, M. B. de. **Composição mineral foliar do café (*Coffea arabica*, L.), efeitos de pulverização com zinco e boro**. Viçosa:UFV, 1975. 43p. (Tese - Mestrado em solos e nutrição de plantas).
- PAULA, M. B. de; BEGAZO, J. C. E. O.; BRAGA, J. M. **Composição mineral foliar do cafeeiro *Coffea arabica*, L.): Efeitos de pulverizações com Zinco e Boro**. In: PROJETO CAFÉ: Relatório Anual 74/75, Belo Horizonte, MG, 1976. **Relatórios...**Belo Horizonte: EPAMIG/ESAL/UFV, 1976. p.124-138.
- PEREIRA, J. E.; CRAFTS, A. S.; YAMAGUCHI, S. **Translocacion in coffee plants**. **Turrialba, Costa Rica**, v.13, n.2, p.64-79, abr./jun. 1963.
- PEREIRA, J. E.; MATIELLO, I. B. e MIGUEL, A. E. **Fontes e modos de aplicação de zinco e boro na adubação mineral do cafeeiro em solo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico húmico**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRA, 3, Curitiba, PR, **Resumos...**Rio de Janeiro:IBC/GERCA, 1975. p.203-205.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 11ed. Piracicaba:Nobel, 1985. 466p.

- RAMAIAH, P. K.; RAO, MR. e CHOKKANA, N. G. Zinc deficiency and the aminoacids of coffee leaves (*Coffea arabica*, L.). Turrialba, Costa Rica, v.14, n.3, p.136-139, jul./set. 1964.
- RENA, A. B. **Adubação foliar no cafeeiro**. Piracicaba:Informações Agronômicas. Potafós/Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 46p.
- RESENDE, M.; RESENDE, S. B.; HARA, T.; GUIMARÃES, P. T. G. Levantamento de reconhecimento dos solos das bases físicas de Ponte Nova e São Sebastião do Paraíso, Estado de Minas Gerais. In: PROJETO CAFÉ: Relatório Anual 73/74, Belo Horizonte, MG, 1974. **Relatórios...**Belo Horizonte: EPAMIG, 1974. p.268-272.
- SANTINATO, R; NOBOYAS, E. M.; PEREIRA, E. M.; CAMARGO, R. P.; BATISTA, R. B. Quantificação de cloreto de zinco via foliar para o cafeeiro, seu efeito sobre a florada e seu comportamento no solo LVA argiloso. In:CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS , 19,Três Pontas, 1993. **Resumo...**Rio de Janeiro: MAARA-PROCAFÉ, 1993. p.124-126.
- SANTO, J. O. E.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B. Dose e modo de aplicação dos micronutrientes zinco, boro e cobre, na formação do cafeeiro, em solo LVA húmico, no Jequitinhonha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, Caxambu, 1985. **Resumos...**Rio de Janeiro:SEPRO/DEPET/DIPRO/IBC, 1985, p.226-227.
- SARRUGE, J. R.; AMORIM, H. V. de; MALAVOLTA, E. Estudo sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XVIII. Nota sobre a absorção foliar e radicular do fósforo por plantas jovens de *Coffea arabica* L. var. Mundo Novo. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.23, p.81-84, 1963.
- SILVA, J. B. S. da. **Influência de doses de sulfato de zinco aplicadas por via foliar, sobre a produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras:ESAL, 1979. 62 p.(Tese - Mestrado em solos e nutrição de plantas).
- SILVA, J. B. S. da; FRANCO, C. M. Absorção de zinco e boro pelas folhas do cafeeiro em soluções de diferentes concentrações e de mistura de ambos. In:CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, Caxambu, 1976. **Resumos...**Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1976. p.277-80.
- SILVA, O. A.; SANTINATO, R. Fontes (óxido e sulfato) de zinco em doses crescentes, aplicadas na cova no plantio do cafeeiro em solo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13, São Lourenço, 1986. **Resumos...** Rio de Janeiro:SEPRO/DEPET/DIPRO/IBC, 1986. p.149-151.
- SKOOG, F. Relationship between zinc and auxin in growth of higher plants. **American Journal of Botany**, v.27, n.10, p.239-251, Oct. 1940.

SPILLER, S.; TERRY, N. Effect of zinc deficiency on the multiplication and expansion of sugar beat leaf cells. **Crop Science**, Madison, v.14, n.2, p.293-295, Mar./Apr.1974.

STEVENS, W. L. Análise estatística do ensaio de variedades de café. **Bragantia**, Campinas, v.9, p.103-123, 1949.

TSUI, C. The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant. **American Journal of Botany**, Columbus, v.35, n.3, p. 172-180, Mar. 1948.

APÊNDICE

Tabela 1A: Quadrados médios das produções do cafeeiro de quatro colheitas dos anos agrícolas 81/82, 82/83, 83/84 e 84/85.

Causa Var.	G.L.	81/82	82/83	83/84	84/85
Tratamento	6	59,2779*	197,8068**	315,2051**	258,7804*
Bloco	4	26,0928NS	226,6254**	48,8010NS	55,5336NS
Resíduo	24	21,5469	44,5162	67,4163	82,3044
Média		22,91	46,49	20,31	47,66
C.V.(%)		20,26	14,41	40,42	19,04

Tabela 2A: Quadrados médios das produções do cafeeiro de quatro colheitas dos anos agrícolas 85/86, 86/87, 87/88 e 88/89 e produção média das oito produções.

Causa Var.	G.L.	85/86	86/87	87/88	88/89	Média
Tratamento	6	0,1649*	64,6641NS	6,7014*	88,5781NS	42,2727**
Bloco	4	0,1467NS	21,8938NS	9,1474*	107,4290NS	6,8731NS
Resíduo	24	0,6368	32,2929	2,4092	66,8812	2,8555
Média		0,31	63,86	3,24	71,81	34,55
C.V.(%)		81,10	8,90	47,91	11,39	4,89

Tabela 3A: Quadrados médios dos biênios de produção do cafeeiro dos diversos anos de aplicação dos tratamentos.

Causa Var.	G.L.	82/83	84/85	86/87	88/89
Tratamento	6	100,7662**	119,6560**	16,1392NS	20,6844NS
Bloco	4	50,4636**	25,6626NS	5,5467NS	37,5127NS
Resíduo	24	11,2069	12,1716	8,1924	15,8696
Média		34,61	33,98	32,09	37,52
C.V.(%)		9,67	10,27	8,92	10,62

Tabela 4A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em g/kg no ano de 81/82.

Causa Var.	G.L.	N	P	K	Ca	Mg
Tratamento	6	2,7710NS	0,0291NS	1,8937NS	4,8346NS	0,0820NS
Bloco	4	5,5210NS	0,0301NS	26,9103**	6,9440NS	0,2443*
Resíduo	24	4,0467	0,01458	2,0984	3,9544	0,0719
Média		31,30	1,80	20,16	12,20	3,38
C.V.(%)		6,43	6,69	7,19	16,29	7,95

(NS), (*) e (**) respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F

Tabela 5A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes mg/kg no ano de 81/82

Causa Var.	G.l.	B	Cu	Zn
Tratamento	6	8,4461NS	23,4226NS	1858,3390**
Bloco	4	87,5426**	5,0554NS	169,8282NS
Resíduo	24	14,1921	15,0179	141,9165
Média		42,32	29,29	33,09
C.V.(%)		8,90	13,23	36,00

Tabela 6A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em g/kg no ano de 82/83.

Causa Var.	G.l.	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	6	3,6165*	0,0141NS	6,6065NS	2,4899*	0,0639NS	0,0099NS
Bloco	4	0,3126NS	0,0067NS	0,0867NS	2,9661*	0,0431NS	0,0262NS
Resíduo	24	1,3237	0,0169	2,9675	0,8276	0,0899	0,0116
Média		30,33	2,06	20,14	10,35	3,37	1,14
C.V.(%)		3,79	6,31	8,55	8,79	8,90	9,43

Tabela 7A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes mg/kg no ano de 82/83

Causa Var.	G.l.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	6	128,5558**	22,8285NS	900,0953NS	2239,1620NS	211,9255**
Bloco	4	8,2582NS	6,4714NS	1346,9710NS	3236,1000*	7,5651NS
Resíduo	24	26,1030	11,8048	625,9048	1062,2340	11,6170
Média		46,23	16,37	137,23	336,82	9,36
C.V.(%)		11,05	20,99	18,23	9,68	36,42

Tabela 8A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em g/kg no ano de 83/84.

Causa Var.	G.l.	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	6	0,9016NS	0,0068NS	0,6883NS	1,5432*	0,1530NS	0,0210NS
Bloco	4	0,9046NS	0,0138NS	0,4210NS	1,7788*	0,1331NS	0,0928*
Resíduo	24	0,5559	0,0117	0,9600	0,5267	0,2266	0,0245
Média		31,32	2,07	22,98	8,27	5,10	0,94
C.V.(%)		2,38	5,25	4,26	8,78	9,33	16,53

(NS), (*) e (**) respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F

Tabela 9A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes mg/kg no ano de 83/84

Causa Var.	G.l.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	6	10,4152NS	13,8486NS	765,5237**	1290,1900NS	3093,3050**
Bloco	4	10,0754NS	49,7143**	90,7429NS	1765,5430NS	110,0873NS
Resíduo	24	5,3681	11,7643	95,3096	1604,3090	43,5749
Média		35,55	34,14	126,68	333,08	29,92
C.V.(%)		6,55	10,05	7,71	12,03	22,06

Tabela 10A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em g/kg no ano de 84/85.

Causa Var.	G.l.	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	6	0,1979NS	0,0477*	4,1760NS	0,4405NS	0,1652NS	0,1036NS
Bloco	4	3,5964**	0,0095NS	49,1133**	0,2511NS	0,1193NS	0,4428*
Resíduo	24	0,7258	0,0157	7,5103	0,7405	0,1168	0,1355
Média		31,67	1,82	16,08	10,03	3,07	3,25
C.V.(%)		2,69	6,87	17,04	8,58	11,13	11,30

Tabela 11A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes mg/kg no ano de 84/85

Causa Var.	G.l.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	6	72,7089NS	115,9902NS	82,7905NS	2030,9140NS	27,4983**
Bloco	4	364,4155**	493,3893**	674,9572**	1214,1860NS	22,4332**
Resíduo	24	76,8661	75,7513	146,7072	4948,1530	2,6367
Média		60,66	63,56	87,88	417,06	12,09
C.V.(%)		14,45	13,69	13,78	16,87	13,42

Tabela 12A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em g/kg no ano de 85/86.

Causa Var.	G.l.	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	6	1,5207NS	0,0112NS	8,3723NS	0,2599NS	0,0318NS	0,0964NS
Bloco	4	2,6660NS	0,0117NS	20,5936**	0,8421NS	0,1518NS	0,0347NS
Resíduo	24	1,0082	0,0208	3,7332	0,4735	0,0525	0,1333
Média		31,16	1,53	31,36	9,67	3,06	1,39
C.V.(%)		3,22	9,44	6,16	7,11	7,48	26,19

(NS), (*) e (**) respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F

Tabela 13A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes mg/kg no ano de 85/86

Causa Var.	G.l.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	6	17,5939NS	3,7143NS	349,5143NS	282,8952NS	103,9434**
Bloco	4	11,0788NS	7,6857NS	640,9571NS	4943,9000NS	32,6260NS
Resíduo	24	12,6682	3,7023	296,4071	1883,2160	19,1783
Média		22,07	25,66	148,26	405,63	14,44
C.V.(%)		16,13	7,50	11,61	10,70	30,33

Tabela 14A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em g/kg no ano de 86/87.

Causa Var.	G.l.	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	6	0,2518NS	0,0145NS	0,6612NS	0,1396NS	0,0106NS	0,3281**
Bloco	4	1,1296NS	0,0032NS	2,2961*	0,1853NS	0,0202NS	0,0891NS
Resíduo	24	1,5632	0,0094	0,7756	0,5713	0,0299	0,0608
Média		28,25	1,45	22,25	10,72	2,76	1,27
C.V.(%)		4,43	6,71	3,96	7,05	6,27	19,35

Tabela 15A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes mg/kg no ano de 86/87

Causa Var.	G.l.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	6	40,6099NS	89,6952NS	48,5238NS	5230,8470NS	208,6176*
Bloco	4	258,0524**	406,6143*	456,100**	656,6428NS	99,6426NS
Resíduo	24	56,5899	102,7309	71,3334	2747,5260	96,8586
Média		42,29	40,23	64,11	457,86	15,42
C.V.(%)		17,79	25,20	13,17	11,45	63,81

Tabela 16A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em g/kg no ano de 87/88.

Causa Var.	G.l.	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	6	1,1092NS	0,0064NS	1,4925NS	1,8983**	0,0551NS	0,1493NS
Bloco	4	0,9850NS	0,0031NS	1,1574NS	1,0833NS	0,0904NS	0,2547*
Resíduo	24	0,6507	0,0056	1,5734	0,4933	0,0377	0,0825
Média		29,43	1,22	24,04	10,72	3,33	1,52
C.V.(%)		2,74	6,13	5,22	6,55	5,83	18,90

(NS), (*) e (**) respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F

Tabela 17A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes mg/kg no ano de 87/88

Causa Var.	G.l.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	6	2132,7320**	227,9138NS	100,9905NS	2401,5810NS	5567,7160**
Bloco	4	130,2617	763,5429*	90,3143NS	3363,2430NS	21,2661NS
Resíduo	24	476,4335	261,0429	105,7643	2756,9270	24,8014
Média		34,15	40,91	81,68	409,46	34,25
C.V.(%)		63,91	39,49	12,59	12,82	14,54

Tabela 18A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes em g/kg no ano de 88/89.

Causa Var.	G.l.	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	6	0,5238NS	0,0232NS	7,0745NS	1,2447*	0,0436NS	0,0619NS
Bloco	4	0,1110NS	0,0211NS	2,6254NS	0,1126NS	0,0132NS	0,5926NS
Resíduo	24	0,4108	0,0093	6,6945	0,4874	0,0244	0,2569
Média		27,25	1,35	21,06	8,82	2,44	4,15
C.V.(%)		2,35	7,15	12,28	7,92	6,42	12,22

Tabela 19A: Resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes mg/kg no ano de 89/88

Causa Var.	G.l.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	6	378,5263**	107,4786**	2186,3810NS	1024,2290NS	7224,8710**
Bloco	4	76,5074NS	2,3857NS	757,6143NS	6809,6000NS	173,1985NS
Resíduo	24	72,1075	7,2024	1182,5480	2654,8000	122,8371
Média		59,55	13,83	120,06	374,83	38,24
C.V.(%)		14,26	19,41	28,64	13,75	28,98

Tabela 20A: Resumo da análise de variância para classificação de peneira no ano de 82/83

Causa Var.	Gl	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Fundo
Tratamento	6	136,0438**	203,2026**	1,8032NS	14,8539**	2,4022NS	17,9999*	8,1644**
Bloco	4	13,1718NS	25,1252NS	2,1097NS	8,2582*	1,6238NS	4,1347NS	1,0535NS
Resíduo	24	18,9211	17,5361	1,3587	2,3104	1,2475	6,0037	1,1800
Média		36,86	37,95	2,65	7,00	3,00	9,54	3,31
C.V.(%)		11,79	11,03	43,96	21,68	37,19	25,66	32,77

(NS), (*) e (**) respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F

Tabela 21A: Resumo da análise de variância para classificação de peneira no ano de 83/84

Causa Var.	Gl	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Fundo
Tratamento	6	23,4779NS	12,6332NS	42,7465*	2,9305NS	1,3739NS	1,2378NS	3,3785NS
Bloco	4	4,9821NS	3,0185NS	6,1545NS	1,1517NS	1,2932NS	2,4252NS	9,0778*
Resíduo	24	25,3164	12,1840	11,6674	2,5918	1,2912	1,2057	2,4386
Média		15,52	54,17	13,76	4,48	4,70	3,07	4,07
C.V.(%)		32,40	6,44	24,81	35,86	24,13	35,72	38,35

Tabela 22A: Resumo da análise de variância para classificação de peneira no ano de 84/85

Causa Var.	Gl	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Fundo
Tratamento	6	42,1116NS	7,0342NS	8,5926**	0,2472NS	2,2165*	0,2004NS	0,2044NS
Bloco	4	35,6452NS	13,6810NS	3,7885**	0,9964NS	1,7617NS	0,2052NS	0,0511NS
Resíduo	24	23,7974	25,4333	0,8745	1,3084	0,8212	0,2242	0,1086
Média		31,90	48,78	5,80	5,32	5,13	2,14	0,99
C.V.(%)		15,29	10,33	16,12	21,46	17,66	22,07	33,15

Tabela 23A: Resumo da análise de variância para classificação de peneira no ano de 86/87

Causa Var.	Gl	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Fundo
Tratamento	6	9,1969NS	26,2011NS	32,3179NS	0,9838NS	0,4889NS	1,3676NS	0,4649NS
Bloco	4	1,3524NS	23,6617NS	7,9211NS	0,1664NS	1,5067NS	0,9347NS	1,0595NS
Resíduo	24	7,4024	18,3922	32,2081	0,5614	1,0512	1,7815	0,5834
Média		6,50	56,67	20,90	2,51	5,39	5,66	2,30
C.V.(%)		41,83	7,56	27,14	29,80	18,99	23,57	33,16

Tabela 24A: Resumo da análise de variância para classificação de peneira no ano de 87/88

Causa Var.	Gl	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Fundo
Tratamento	6	10,6396NS	39,7902NS	24,5825*	10,5324*	1,1382NS	1,9582NS	1,5132NS
Bloco	4	6,0854NS	11,8407NS	11,7688NS	0,8782NS	1,5847NS	0,3504NS	0,9081NS
Resíduo	24	6,2459	16,9158	7,8193	3,7621	2,2472	1,3595	1,5434
Média		8,53	58,65	16,18	3,90	5,46	4,73	2,51
C.V.(%)		29,27	7,01	17,27	49,66	27,44	24,61	49,47

Tabela 25A: Resumo da análise de variância para classificação de peneira no ano de 88/89

Causa Var.	Gl	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Fundo
Tratamento	6	14,1992**	42,7458**	58,5366**	3,0684NS	1,7692NS	4,5889**	0,8162*
Bloco	4	1,5324NS	7,7790NS	4,0224NS	0,3031NS	1,3931NS	0,7681NS	0,4417NS
Resíduo	24	2,5237	8,7269	13,0122	2,6576	1,9578	0,5734	0,2293
Média		8,01	55,93	17,34	5,04	7,56	4,79	1,30
C.V.(%)		19,83	5,28	20,80	32,31	18,48	15,78	36,76

(NS), (*) e (**) respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F

Tabela 26A: Resumo da análise de variância para classificação de peneira em seis anos agrícolas

Causa Var.	Gl	Pen 17	Pen 15	Pen 12	Pen 11	Pen 10	Pen 9	Fundo
Tratamento	6	25,5276**	9,9283**	14,7578**	1,7379*	0,6205NS	1,3231**	0,2949*
Bloco	4	1,2312NS	1,2634NS	1,3352NS	0,1915NS	0,1186NS	0,1710NS	0,1839*
Resíduo	24	6,2473	2,1027	3,6174	0,4877	0,2747	0,2995	0,0998
Média		17,88	52,02	12,77	4,71	5,21	4,99	2,41
C.V.(%)		13,98	2,79	14,89	14,81	10,06	10,96	13,08

(NS), (*) e (**) respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F

ANEXO

Tabela 1: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1981.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	295,9	43,8	123,0	47,9	17,9	61,8	3,8	3,5	21,8	273,3	425,3	390,1	142,3	1708
T média	23,2	23,5	23,6	21,2	19,5	17,1	15,9	19,6	20,3	21,8	22,9	22,7	20,9	
T máxima	27,9	29,4	28,9	26,9	25,9	23,5	23,2	27,6	26,1	27,2	28,2	27,2	26,8	
T mínima	18,4	17,7	18,2	15,4	13,1	10,6	8,6	11,6	14,5	16,3	17,6	18,2	15,0	

Tabela 2: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1982.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	409,8	213,3	514,0	11,1	69,7	27,7	25,5	28,4	53,4	316,3	135,8	309,7	176,2	2115
T média	21,9	23,2	22,4	20,2	18,0	19,7	18,3	20,3	21,2	22,2	25,2	22,9	21,3	
T máxima	25,7	28,6	26,5	24,2	25,4	25,1	27,0	27,7	26,8	28,4	26,7	27,0	26,5	
T mínima	18,1	17,7	18,2	14,3	11,7	13,9	11,4	13,6	14,7	17,5	21,9	19,0	16,0	

Tabela 3: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1983.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	343,1	389,2	243,6	218,5	203,1	70,9	44,1	0,3	195,1	265,3	203,4	328,1	208,7	2505
T média	22,8	23,2	22,6	21,8	20,6	19,4	19,1	18,9	20,3	21,3	22,3	21,9	21,9	
T máxima	26,9	28,1	27,6	27,1	25,8	25,3	25,6	26,6	25,3	26,1	27,0	26,0	26,5	
T mínima	18,7	18,3	17,6	16,5	15,3	13,4	12,5	11,1	15,3	16,4	16,6	17,8	15,8	

Tabela 4: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1984.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	246,9	61,9	77,1	79,0	43,7	0,0	5,5	73,5	118,4	42,2	118,8	378,1	103,7	1245
T média	23,6	24,4	23,8	21,8	20,9	19,0	19,4	19,2	19,6	23,2	23,4	22,8	22,8	
T máxima	29,7	31,1	29,9	27,2	27,6	27,0	25,7	26,5	30,3	29,3	27,8	26,7	28,2	
T mínima	17,4	17,7	17,7	16,3	14,8	11,2	11,8	12,8	12,5	16,0	17,5	17,7	15,2	

Tabela 5: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1985.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	376,4	93,2	303,4	43,5	8,6	1,7	0,4	5,7	35,9	68,8	176,2	105,7	101,6	1220
T média	22,8	23,5	23,7	22,3	19,3	16,3	16,7	20,3	21,9	23,4	23,2	23,2	21,4	
T máxima	27,0	29,3	28,4	27,7	25,7	24,1	24,5	28,4	28,4	31,0	28,8	28,7	27,7	
T mínima	18,6	17,8	19,0	16,9	12,9	8,5	8,8	12,2	15,5	15,8	17,8	17,6	15,1	

Tabela 6: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1986.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	294,9	196,6	259,1	22,4	124,4	0,0	79,1	127,3	26,0	84,4	115,0	430,2	146,6	1759
T média	23,6	23,4	23,3	22,4	20,5	17,5	16,9	19,5	20,7	22,3	23,3	23,0	21,4	
T máxima	28,9	28,5	28,6	28,8	26,5	25,3	21,5	25,6	27,4	29,0	29,1	27,4	27,4	
T mínima	18,3	18,2	17,9	16,1	14,4	9,6	10,2	13,4	13,9	15,5	17,4	18,5	15,3	

Tabela 7: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1987.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	167,5	50,3	119,8	133,8	52,74	31,1	15,0	8,1	72,4	202,4	166,3	257,9	106,4	1277
T média	23,6	23,3	22,8	22,2	20,2	17,9	19,4	19,6	21,7	23,7	23,6	23,4	21,8	
T máxima	28,8	28,5	29,3	27,8	26,0	24,8	26,5	28,0	28,2	30,3	29,5	28,7	28,0	
T mínima	18,3	18,0	16,3	16,5	14,3	11,1	12,3	11,1	15,2	17,0	17,6	18,1	15,5	

Tabela 8: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1988.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	146,8	256,7	220,2	193,3	47,1	50,9	0,0	0,0	32,4	170,1	149,1	360,6	135,6	1627
T média	24,5	23,6	23,3	22,8	20,4	17,4	16,3	19,1	23,0	21,7	22,3	23,2	21,5	
T máxima	30,2	28,5	29,4	27,9	26,7	24,2	23,6	27,2	31,0	27,4	27,6	28,3	27,7	
T mínima	18,7	18,7	17,2	17,7	14,1	10,6	9,0	10,9	14,9	16,0	16,9	18,0	15,2	

Tabela 9: Precipitação, em mm e temperatura, em °C na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, no ano de 1989.

	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	média	total
Precipitação	214,1	312,1	232,4	126,6	15,0	27,4	32,5	26,4	84,0	53,4	216,3	148,9	124,1	1489
T média	23,0	23,3	23,0	22,0	18,6	17,9	21,2	23,6	21,7	22,4	22,6	17,1	21,4	
T máxima	28,1	28,5	28,8	28,6	25,5	24,3	24,4	27,0	28,8	28,9	28,0	27,5	27,4	
T mínima	17,9	17,8	18,1	17,2	15,5	11,7	7,9	9,7	15,3	18,3	16,0	16,2	15,1	