HUMBERTO NOLASCO PÓVOA

APLICAÇÃO NO SOLO DE MAGNÉSIO, BORO E ZINCO, NA PRESENÇA DE NPK - EFEITOS NO TEOR DOS ELEMENTOS PRESENTES NA FOLHA E NA PRODUÇÃO DE CAFEEIROS EM FORMAÇÃO.

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Fitotecnia, para obtenção do Grau de "Magister Scientiae".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS — MINAS GERAIS

1978

[redacted]

APLICAÇÃO NO SOLO DE MAGNÉSIO, BORO E ZINCO, NA PRESENÇA DE NPK-EFEITOS NO TEOR DOS ELEMENTOS PRESENTES NA FOLHA E NA PRODUÇÃO DE CAFEEIROS EM FORMAÇÃO.

APROVADA:

Gui Alvarenga - Orientador

Alfredo Scheid Lopes

Marcio Bastos Gomide

Milton Moreira Carvalho

Gilmei de Souza Duarte

Dedico este trabalho:

à memoria de meu pai

à minha mãe

à minha esposa

a meus filhos

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras e à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, EMATER-MG, que me possibilitaram a realização do curso de Mestrado;

Ao professor Gui Alvarenga, pela prestimosa orientação na realização desta pesquisa;

Aos colegas José Martins de Oliveira e Hélcio Naves da Silveira, respectivamente, pela montagem e ajuda na condução do experimento durante todo o tempo necessário;

Aos professores Magno Antonio Patto Ramalho, Gilnei de Souza Duarte e Luiz Henrique Aquino, pela ajuda e interpretação dos dados estatísticos;

Aos professores Márcio Bastos Gomide, Milton Moreira Carvalho, Alfredo Scheid Lopes, Geraldo Aparecido de Aquino Guedes, Nilton Curi e João Batista Soares da Silva, pelas valiosas orientações fornecidas;

À professora Janice Guedes Carvalho e funcionários do laboratório de Química da ESAL, pelas análises foliares realizadas;

A todos os professores que transmitiram seus valio

sos conhecimentos ao ministrarem as aulas dos cursos realizados;

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL, pelos esclarecimentos nas pesquisas bibliográficas;

Aos colegas, pelo agradável convívio e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuiram para a realização do curso de Mestrado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

HUMBERTO NOLASCO PÓVOA, filho de Ary Póvoa e de Olga Nolasco Póvoa, nasceu em Campos, Estado do Rio de Janeiro, a 19 de maio de 1932.

Diplomou-se na Universidade Federal de Viçosa,UFV, em dezembro de 1956.

Em 1958, ingressou na Associação de Crédito e Assistência Rural, ACAR, como Supervisor Local, em Campo Belo - MG. Em 1961 foi transferido para o Escritório Local da ACAR de Lavras, onde permaneceu ocupando o mesmo cargo até junho de 1967, quando foi nomeado para o cargo de Coordenador de Culturas do Escritório Seccional da ACAR da mesma cidade, função esta que, atualmente, é de Coordenador de Culturas Tradicionais do Escritório Regional da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, EMATER-MG.

Realizou o curso de Mestrado em Fitotecnia na Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, concluindo-o em agosto de 1978.

CONTEÚDO

LISTA DE QUADROS

1 - INTRODUÇÃO

O café constitue fonte de renda importante para a economia brasileira, não só pela sua participação na receita cambial do País, mas também pela transferência de rendas para outros setores da economia (25).

A importância da cafeicultura para o Sul de Minas Gerais é evidenciada pelo trabalho de CAIXETA et alii (9), segundo o qual os cafeeiros ocupam 20% da área total das propriedades. Este trabalho não só destaca a importância da cafeicultura para a região Sul Mineira, como também estabelece um paralelo com outras explorações agro-pecuárias. É importante salientar que a situação de destaque da cafeicultura do Sul de Minas, em confrontação com outras explorações, vem sendo conseguida apesar de produtividades muito baixas, conforme mostra o Quadro 1.

A produtividade dos cafezais brasileiros está também bastante aquém da de outros países. Segundo MALAVOLTA et alii (23), as produtividades mais altas do mundo são as encontradas nos países seguintes, de acordo com o Quadro 2.

Para GONÇALVES E THOMAZIELLO, citados por MALAVOLTA et alii (23), em um diagnóstico da situação cafeeira em São

QUADRO 1 - Produtividade de cafezais brasileiros calculada no quinquenio 1971/75 - em Kg/ha

Estados	1971	1972	1973	1974	1975	Média
São Paulo	804	961	668	904	642	795
Minas Gerais	316	850	429	1014	387	599
Paraná	746	589	284	668	651	587
Esp. Santo	158	480	285	425	357	341
Outros	172	306	169	268	206	224
Brasil	644	706	417	709	562	607

Fonte: Adaptado de IBC/DEC divisão de estatística

QUADRO 2 - Países com as mais elevadas produtividades de café - em Kg/ha

Países	Produções
Havaí	2.260
Quenia	1.000
Costa Rica	980
Colombia	500

Fonte: MALAVOLTA et alii (23)

Paulo, feito antes da disseminação da ferrugem, as duas principais causas da baixa produtividade dos cafezais paulistas (possivelmente dos brasileiros em geral), seriam a existência de numerosos cafezais decadentes e não economicos e o baixo consumo de adubos. Com respeito à primeira das duas causas citadas, sabe-se que na situação atual modificações se processaram; já não sendo tão expressivo o número de cafeeiros decadentes e não economicos para o Sul de Minas, como pode ser visto no trabalho de CAIXETA et alii (9), 84% dos cafeeiros apresentaram idade de até 15 anos. Esta é uma situação resultante da implantação do Plano de Renovação e Revigoramento dos cafezais iniciado em 1969/70, bem como do programa de erradicação que se encerrou em 1965. Analisando a segunda causa da baixa produtividade, ou seja, o subconsumo de adubos ainda pelo trabalho de CAIXETA et alii (9), observa-se que nos cafeeiros em produção, o uso de fertilizantes químicos foi aquém dos níveis recomendados para o Estado de Minas Gerais. Fica claro, entretanto, que as quantidades de fertilizantes químicos atualmente utilizados, bem como o percentual de agricultores que hoje fazem uso de adubação química, é superior aos níveis apreciados por GONÇALVES e THOMAZIELLO citados por MALAVOLTA et alii (23), antes do advento da ferrugem no Brasil.

Segundo o Levantamento da Realidade Cafeeira do Sul de Minas Gerais realizado pelo IBC (8), uma das causas da baixa produtividade nesta região pode ser atribuida a uma decorrência da implantação de cafezais em solos de cerrados e em terrenos já anteriormente cultivados e conhecidos como carentes em zinco e boro. Segundo LOPES (18), outro problema conhecido nos cerrados, é a

pobreza em cálcio e magnésio. É bom salientar que as calagens nesta mesma região são feitas quase que exclusivamente com calcários aqui extraidos na maioria, pobres em magnésio.

CHEBABI & GONÇALVES (13), mostraram que as deficiências de nitrogênio, magnésio, potássio, boro e zinco em São Paulo são frequentes e constituem-se em problemas agrícolas que podem prejudicar a produtividade dos cafeeiros. Da mesma forma em outros países, as deficiências especialmente de zinco e boro nos cafeeiros, tem ocasionado redução na produtividade.

PEREZ (31), afirma que na Costa Rica, aplicações de zinco e boro em áreas de deficiência severa, tem chegado a duplicar ou triplicar as colheitas anteriormente obtidas. Em trabalho experimental realizado por MORAES et alii (26), para verificar efeitos sobre a produção, pelo uso de micronutrientes, especialmente boro e zinco foi, concluido que a aplicação destes apresentou um efeito significativo durante todo período, da ordem de 15% comparativamente às parcelas que não receberam estes microelementos. Todas estas afirmações evidenciam a importância dos macro e micronutrientes para produção e produtividade dos cafeeiros.

Os macronutrientes são normalmente fornecidos aos cafeeiros aplicados em cobertura no solo, enquanto que os micronutrientes são quase que exclusivamente utilizados através de pulverização foliar.

A aplicação através de pulverizações foliares apresenta dificuldades, tais como:

Uso de equipamentos especializados, muitas vezes de alto custo e que exigem mão-de-obra treinada.

Dificuldade no transporte de água o qual, certamente, encarecerá a prática.

Número de pulverizações superior a duas, para que haja correção das deficiências.

Talvez estas dificuldades se constituam nas verdadeiras razões para a não adoção da tecnologia de uso de micronutrientes, pela grande maioria dos cafeicultores.

Pelo exposto, ficam evidenciadas a importância e necessidade de estudo de outras formas de aplicação dos micronutrientes para o cafeeiro, bem como dos possíveis efeitos do magnésio boro e zinco sobre a produção.

O presente trabalho tem por objetivos:

Geral

Verificar a viabilidade de aplicação de magnésio, boro e zinco, no solo para o cafeeiro.

Específico

Medir a eficiência da aplicação no solo de magnésio, boro e zinco na presença de NPK, através do teor dos elementos presentes na folha.

Determinar o efeito destes elementos isoladamente, bem como as suas possíveis interações, na produção do cafeeiro.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

A literatura não possibilita uma definição do melhor modo de utilização dos nutrientes minerais para o cafeeiro. São raros os trabalhos sobre a utilização de magnésio, sendo também poucos os ensaios com o uso de boro e zinco, dois micronutrientes dos mais importantes para a cafeicultura da região. Somente nestes últimos anos é que se tem procurado dar maior importância ao problema, através de estudos locais, uma vez que grande parte dos conhecimentos existentes são oriundos de outras regiões e até mesmo de outros países.

2.1 - Magnésio

Segundo EPSTEIN (15), o magnésio, como componente da clorofila, é ativador de numerosas enzimas que afetam a transferência do fosfato, sendo ainda um elemento cuja deficiência logo afeta o metabolismo da planta. Também ZIMMERMAN (39), afirma que o magnésio é tido como transportador de fosfatos, por estar intimamente relacionado com a formação de fosfo-lipideos e sintese de nu

cleoproteínas em células de plantas. O Suporte para esta teoria é que o magnésio é abundante em tecidos meristemáticos de plantas novas, em sementes e em frutos.Para TRUOG et alii citados por ZIMMERMAN (39), aumentos consistentes no conteúdo de fósforo ocorrem com aumento do suprimento da disponibilidade de magnésio. Da mesma forma, para TISDALE & NELSON (37), o magnésio é necessário para a ativação de muitas enzimas envolvidas com o metabolismo de carbohidratos. Ainda segundo os mesmos autores, o magnésio é um elemento móvel e facilmente translocado das partes velhas das plantas para as partes novas, no evento de uma deficiência. Na opinião de REED & HAAS citados por ZIMMERMAN (39),a translocação do magnésio é mais pronunciada das folhas velhas para os frutos do que para as folhas novas.

Com base em todas estas afirmações é de se esperar que o magnésio exerça influência significativa na produção de frutos.

O cafeeiro é uma planta com alta capacidade de produção de frutos, podendo produzir 3.000Kg/ha ou até mais nos anos de maiores produções, como pode ser visto no trabalho de CAIXETA et alii (10). Se para a produção de frutos é necessário 1/3 das exigências totais de minerais, como mostra o trabalho de CATANI & MORAES (12), torna-se evidente a necessidade de se devolver aos solos, como fertilizantes, os elementos extraidos pela colheita, não só para assegurar a produtividade da safra seguinte, bem como para o crescimento da planta.

A importância do magnésio para a produção do cafeeiro pode ser reforçada pelo trabalho de PEREZ (31), segundo o

qual a deficiência de magnésio, ocorrendo tanto isolada como em combinação com outras deficiências, afetará a planta pela perda de folhagem e pelo enfraquecimento subsequente a qual ficará mais facilmente exposta ao ataque de enfermidades e distúrbios fisiológicos, impossibilitando-a de ainda proporcionar boas colheitas.

Para TISDALE & NELSON (37), o magnésio disponível no solo para as plantas é o magnésio trocável e o solúvel na água. Sua absorção pelas plantas depende da quantidade presente, do grau de saturação do elemento no solo, da natureza de outros ions trocáveis e do tipo de argila.

Para PEREZ (31), existe uma relação intíma entre o baixo conteúdo de magnésio disponível no solo e a presença de sintomas de deficiência nas folhas. Segundo este autor, a percentagem de magnésio nas folhas é, em solos deficientes geralmente inferior a 0,20, variando de 0,30 a 0,50 em solos com um bom conteúdo do elemento. Para MALAVOLTA et alii (23), os níveis de magnésio nas folhas do cafeeiro são classificados por diversos autores como mostra o Quadro 3. Um exame deste quadro mostra que parece não existir uma coincidência de valores para os níveis de deficiente e adequado entre os diversos autores, haja vista a variabilidade dos dados apresentados. Outra informação é a do IBC (7), que adota o valor de 0,35% como nível limiar de magnésio no 3º par de folhas.

Na opinião de CHEBABI & GONÇALVES (13), a deficiência de magnésio ocorre principalmente em solos de vegetação de cerrados e nas terras pobres em geral. Estes autores aconselham a correção com aplicação de calcário dolomítico nas covas. Também o IBC (7), indica a calagem com calcário dolomítico, como forma de correção de deficiência de magnésio, o que possibilita ainda correção

QUADRO 3 - Níveis de magnésio nas folhas de duas espécies de cafeeiros, segundo diversos autores

Espécies	Teor de magnésio (Mg)		Literatura
	Deficiente	Adequado	
	- - - - - - - - - - - - % - - - - - - - - - - -		
Arábica	0,02	0,23	Carvajal (1960)
	0,09 - 0,16	0,58 - 0,88	Cibes e Samuels(1955)
	0,05 - 0,06	0,24 - 0,25	Haag e Malavolta(1960)
	0,10 - 0,16	-	Culot et al (1959)
	0,10 - 0,15	0,20 - 0,30	Muller (1959)
Robusta	0,30	0,45	Loué (1957)
	0,13	0,23	Culot (1959)

Fonte: MALAVOLTA et alii (23)

do excesso de alumínio e deficiência de cálcio. Para as condições, da Costa Rica, PEREZ (31), informa que em solos com forte acidez -dever-se-ia usar uma aplicação combinada de carbonato de cálcio com magnésio solúvel, usualmente sob a forma de sulfato. Diz ainda o autor que na Costa Rica, devido ao fato da deficiência de magnésio apresentar-se associada a outras, tanto de macroelementos como de microelementos, é conveniente juntar-se magnésio solúvel aos fertilizantes necessários. Também na opinião do COOPER et alii(14) para a obtenção de altas produtividades com culturas de ciclo curto, tais como fumo, algodão, batata e outros vegetais, a adição de 20 a 30 quilos por hectare de óxido de magnésio na forma de sais solúveis pode, usualmente, satisfazer as necessidades anuais deste elemento, para a maioria dos solos.

Nas nossas condições, o uso de sulfato de magnésio no solo, como forma de correção ou mesmo prevenção do aparecimento da deficiência do elemento na cultura de café, não é normalmente feito. O sulfato de magnésio é apenas usado en casos de constatação de deficiência severa do elemento, mas aplicado sob a forma de pulverização.

Trabalho realizado por PEREIRA et alii (30), para verificar o estado nutricional do cafeeiro com base na análise foliar, mostrou que o magnésio fornecido através de calagem, apresentou no 3º par de folhas, níveis superiores a 0,35% nos meses de março a setembro e inferiores a 0,35% no período de outubro a março. O presente trabalho parece indicar que, embora tenha havido absorção do magnésio, fornecido pelo calcário, a quantidade absorvida não foi suficiente para manter o teor do elemento nas folhas acima do nível limiar de 0,35%, considerado por LOTT et alii (20)no

período de outubro a março, quando o mesmo é mais requerido pela formação e desenvolvimento dos frutos. Os níveis mais baixos encontrados no referido período deve-se lógicamente, à translocação do magnésio das folhas para as frutos. 2º SILVA e SOUZA o teor de Mg decresce durante todo o desenvolvimento do fruto

Pelo trabalho de LOTT et alii (20), onde 0,35% é proposto como nível limiar, abaixo do qual ocorrem efeitos adversos no crescimento da planta (se não imediatamente sobre a produção), 40% dos cafezais paulistas e 39% dos paranaenses seriam apontados como deficientes em magnésio para obtenção de crescimento e produção em níveis elevados.

2.2 - Boro

Para EPSTEIN (15), a deficiência de boro faz-se notar de modo especial nas extremidades em crescimento. Assim é que os pontos de crescimento da parte aérea e das raízes cessam de elongar-se quando o boro é deficiente e, se tal carência prosseguir tornam-se desorganizados, perdem a côr normal e morrem. Este fato está aparentemente relacionado com o efeito do boro no metabolismo do ácido ribonucleico (RNA). Ainda segundo o mesmo autor, a deficiência daquele elemento inibe o florescimento; quando a deficiência é severa, a inibição é total. Também a germinação do grão de polem e o crescimento do tubo polínico são severamente inibidos pela falta de boro.

Da mesma forma, na opinião de MALAVOLTA (21), devido à alta exigência de boro por parte das regiões em crescimento intenso, um sintoma marcante de deficiência é a morte das gemas terminais (na ponta dos ramos e no ápice das plantas), que permane

cem presas ainda por algum tempo. Ocorre também um encurtamento dos internódios. A seca da gema apical é explicada pelo fato de o boro ser pouco móvel, o que dificulta sua translocação dos tecidos mais velhos para as zonas em crescimento, onde é exigido de maneira especial.

Na opinião de CHEBABI & GONÇALVES (13), a manifestação da deficiência de boro parece estar relacionada com períodos de forte seca e ocorre com mais frequência quando o cafeeiro vegeta intensamente, sob efeito de fortes adubações, no início da estação chuvosa. Nesta ocasião pode-se verificar o sintoma clássico da deficiência, que é a morte das extremidades em crescimento, tanto da parte aérea como do sistema radicular.

Com base em todas estas afirmações é de se esperar que a deficiência de boro tenha efeito marcante na produção e produtividade do cafeeiro.

Segundo TISDALE & NELSON (37), o boro ocorre nos solos em quantidades extremamente pequenas, variando de 20 a 200ppm. No solo, ele não ocorre em quantidades tóxicas a não ser que tenha sido adicionado em quantidades excessivas. A maior quantidade do boro disponível no solo está retida na fração orgânica. Pela decomposição da matéria orgânica ele é liberado, sendo parte absorvido pelas plantas, parte perdido por lixiviação e parte retido na fração inorgânica do solo. O boro é absorvido pelas plantas sob a forma de $BO_3^{=}$.

MALAVOLTA et alii (23), informam que quando o boro é limitante a absorção do cálcio diminui; por outro lado, um alto nível de potássio no meio, pode induzir ou pelo menos acentuar os

sintomas de falta de boro devido ao efeito antagônico daquele elemento na absorção do cálcio. Com base nestas informações, parece que aplicações pesadas de potássio poderão induzir a uma deficiência de boro no cafeeiro.

SILVA (33), executando um trabalho para verificação do período de correção da deficiência de boro em cafezais, concluiu que aplicações no solo, tanto de borax como de ácido bórico, mantiveram na folha o teor de boro acima do nível limiar durante 450 dias, enquanto que a aplicação de ácido bórico por via foliar manteve o teor de boro na folha acima do nível limiar apenas por 60 dias. Neste trabalho a dosagem de borax usado foi de 30g por cova.

Também ARANA (3), relata que o boro, sendo relativamente imóvel na planta, boas pulverizações aumentam a concentração desse nutriente apenas o suficiente apenas para nutrir o cafeeiro de forma temporaria. Afirma ainda o autor que a concentração adequada de boro nas folhas é de 50 ppm e que aplicando-se 20g de borax por planta no solo, a deficiência é corrigida.

Em trabalho realizado, com a finalidade de obter informações sobre a quantidade de boro que se deve aplicar no cafeeiro, para controlar o aparecimento de sintomas de deficiência, VALÊNCIA (38), conclui que para prevenir as manifestações dos sintomas de deficiência de boro em plantas adultas, é suficiente a aplicação de 20g de borax por planta, feita no solo uma vez por ano. Para controlar, uma vez apresentado o sintoma, o autor recomenda a aplicação de 50g de borax dividido em 2 aplicações anuais no 1º ano; nos anos subsequentes, 20g por planta e por ano. No final do trabalho, o autor afirma que é possível obter-se boa resposta para a

produção com aplicações de borax no solo.

O trabalho de levantamento de realidade cafeeira do Sul de Minas Gerais, realizado pelo IBC (8), mostra que 69,5 % dos cafeicultores da região fazem adubação foliar com microelementos , especialmente boro e zinco. Nestas pulverizações muitas vezes, associa-se o controle à ferrugem utilizando-se também, cobre. No mesmo trabalho verifica-se que 28,3 % dos cafeicultores fazem uso de pulverização para aplicação de macroelementos. Neste caso está incluido o uso de uréia, como fonte de nitrogênio.

Os trabalhos de PEREIRA, MATIELO & MIGUEL (29), e de SILVA et alii (35), mostram que o boro quando aplicado no solo dá melhor resposta que através de pulverização. Com base nestas afirmações, verifica-se que a forma pela qual o boro está sendo fornecido ao cafeeiro não está condizente com os trabalhos experimentais existentes, que apontam a aplicação no solo como melhor alternativa para aplicação deste micronutriente. Um outro comentário que se pode fazer é que se o boro é pouco translocável, quando aplicado através de pulverizações, é necessário que toda a planta seja atingida, uma vez que as partes que não o forem poderão permanecer deficientes devido à pouca mobilidade do elemento dentro da planta.

Para MULLER,,MALAVOLTA & JOHNSON, CARVAJAL e LOUÉ, citados por MALAVOLTA et alii (23), os níveis de boro nas folhas do cafeeiro são classificados como mostra o Quadro 4. Na opinião de LOTT et alii (20), um teor de 40 ppm no terceiro par de folhas parece poder ser considerado como nível limiar do microelemento no cafeeiro. Da mesma forma que para o magnésio, parece não existir ainda uma opinião uniforme com respeito ao nível limiar do boro no

QUADRO 4 - Níveis de boro nas folhas de duas espécies de cafeeiro, segundo diversos autores.

Espécie	Teor de Boro (B)		Literatura
	Deficiente	Adequado	
	--- - - - - - - - ppm	- - - - - - -	
Arábica	15 - 20	60 - 100	Muller (1959)
	4,0 (folhas Terminais)		
	5,0 (2º par)		
	7,3 (3º par)		
	21,0 (folhas velhas)	77	Malavolta e Johnson (1960)
	29	66	Carvajal (1960)
Robusta	6 - 17	25 - 66	Loué (1955)

Fonte: MALAVOLTA et alii (23)

cafeeiro, o que pode ser observado pelo exame do Quadro 4.

2.3 - Zinco

Na opinião de EPSTEIN (15), todas as deficiências minerais interferem no crescimento vegetal, mas uma deficiência de zinco o faz de modo tão marcante, que passa a ter como sinônimos as expressões " folha pequena" e " formação de rosetas". A formação de "rosetas" refere-se a falta de elongação dos internódios fazendo com que as folhas de dois nós consecutivos fiquem muito próximos um dos outros, o que justifica tal denominação. A influência acentuada da deficiência de zinco no crescimento deve-se à sua interferência no nível de auxina. Hoje, sabe-se que o zinco não influe propriamente na síntese de auxina e sim na do triptofano que é um seu precursor. Segundo CAMARGO (11), o papel do zinco não se resume no de regulador do nível auxinico pois tem também participação como constituinte ou ativador de várias enzimas.

Na opinião de PEREZ (31), a deficiência de zinco não interfere somente no crescimento de ramos e folhas mas também no vingamento floral, que é baixo, bem como no tamanho dos frutos que são pequenos, podendo ainda cair antes do amadurecimento.

Um outro trabalho que evidencía a interferência do zinco na produção é o realizado por SILVA & ALMEIDA (34), que mostra uma resposta da ordem de 38 % no aumento da produção pela aplicação de zinco em forma de pulverização foliar.

Com base nas informações dadas é, pois, de se espe

rar que trabalhos experimentais com zinco, venham a dar resposta na produção e produtividade do cafeeiro.

Segundo TISDALE & NELSON (37), o teor de zinco no solo varia de 10 a 300 ppm; entretanto a presença deste elemento no solo não é mais considerada como um critério de sua disponibilidade para as plantas. O zinco é absorvido na forma de Zn^{++}. Afirmam ainda os mesmos autores, que tal elemento é geralmente mais disponível para as plantas em solos ácidos, do que em solos alcalinos. Como regra geral, a maioria das deficiências de zinco induzidas pelo pH, ocorrem entre pH 6,0 e 8,0. TISDALE & NELSON (37) enfatizam, entretanto, que tem havido vários casos nos quais não foi encontrada qualquer relação entre absorção de zinco pelas plantas e o valor do pH. Informa LOPES (18), que solos ácidos sob vegetação de cerrado no Brasil Central, tem apresentado sérios problemas de deficiência de zinco. A utilização de doses de 5 Kg de zinco por hectare, vem evidenciando que possívelmente são as mais adequadas para a cultura do milho em um Latossol vermelho Escuro, textura argilosa.

Na opinião de REDDY & PERKINS (32), o zinco é fixado nos minerais de argila como resultado da precipitação física no látice da argila e/ou devido ao fato de ser fortemente adsorvido nos locais de troca.

A correção da deficiência de zinco tem sido feita na região Sul Mineira quase que exclusivamente através de pulverizações foliares, como mostra o levantamento feito pelo IBC (8), no qual 69,5 % dos cafeicultores usam a aplicação de microelementos sob a forma de pulverização, contra apenas 4,7 % que os aplicam no solo. Existe, entretanto, uma certa controvérsia quanto à for

ma de utilização do zinco no cafeeiro para correção da deficiência, como pode ser visto nos trabalhos seguintes: ARZOLA et alii (4), fazendo estudos sobre a absorção e translocação do radiozinco no cafeeiro encontrou uma absorção do Zn 65 relativamente pequena pela página superior da folha sendo, ao contrário, bem intensa pela inferior (presença de estômatos). A absorção pelo sistema radicular foi consideravelmente menor, o que, segundo o autor, talvez se deva à fixação do zinco às argilas. No final, o autor conclui que a correção de deficiência de zinco no cafeeiro poderá ser mais eficiente pulverizando-se a folhagem. Para FERREIRA, MATIELO & MIGUEL (29), SILVA et alii (35) e SILVA & ALMEIDA (34) obtem-se melhores resultados para correção de deficiência de zinco, com a aplicação através de pulverização foliar.

Por outro lado, um trabalho conduzido por ANDRADE et alii (2), mostrou que embora a pulverização desse bom resultado seu efeito foi pouco duradouro, uma vez que 6 meses depois os sintomas foliares de deficiência de zinco estavam novamente presentes. O trabalho mostrou também que a aplicação de sulfato de zinco no solo, demorou mais tempo para corrigir a deficiência; o efeito porém foi mais duradouro, uma vez que 6 meses após a aplicação os sintomas ainda não estavam presentes. Também o trabalho de BOAWN (5), verificando a disponibilidade residual de adubação com zinco sob a forma de sulfato de zinco em milho doce, conclui que em termos desejáveis de zinco no solo a aplicação de 5,6kg/ha foi adequada para um período não superior a 2 anos, enquanto 11,2 Kg/ha foram considerados satisfatórios por cerca de 4 anos.

Merece ainda destaque o estudo da absorção do zinco feito por BLANCO, citado por MALAVOLTA et alii (23), onde se veri

ficou que na presença de boro e cobre, ela foi reduzida à metade enquanto, que na presença de mercúrio, provocou uma diminuição de aproximadamente 30%; a uréia também reduziu a absorção em cerca de 40%. A importância destas informações, prende-se ao fato de que as pulverizações do cafeeiro para controle das deficiências de zinco e boro, são quase sempre feitas de forma associada e não raro juntamente com o controle à ferrugem do cafeeiro com uso de produtos cúpricos, sendo ainda algumas vezes aproveitadas para aplicação de uréia via foliar. Assim, pelo referido trabalho, poderá haver redução acentuada na absorção do zinco.É esta uma outra razão para que se deva tentar o uso deste elemento no solo, como forma de se fornecer o micronutriente ao cafeeiro.

Da mesma forma que para o magnésio e o boro, os níveis de zinco na folha do cafeeiro são bastante variáveis, na opinião de diversos autores, como pode ser visto no Quadro 5, citado por MALAVOLTA et alii (23). Na opinião de LOTT et alii (20), um nível de 10 ppm parece ser considerado como satisfatório.

Evidentemente, muitas pesquisas são necessárias para se esclarecer a verdadeira necessidade nutricional do cafeeiro. Este trabalho pretende apenas verificar a viabilidade de aplicação, no solo de magnésio, boro e zinco, o que poderia possibilitar a aplicação destes nutrientes juntamente com a adubação normal de NPK para a cultura. Será esta uma outra alternativa da maneira de se aplicar estes elementos, possivelmente com menores custos.

QUADRO 5 - Níveis de zinco nas folhas de duas espécies de cafeeiro, segundo diversos autores.

Espécie	Teor de zinco (Zn)		Literatura
	Deficiente	Adequado	
	- - - - - - - - - ppm - - - - - - - - -		
Arábica	7 - 10	-	Muller (1959)
	-	30	Culot et al (1958)
	3	7	Malavolta 7 Johnson (1960)
Robusta	-	9 - 29	Loué (1955)

Fonte: MALAVOLTA et alii (23)

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local

O presente trabalho foi instalado e conduzido na propriedade São Geraldo no município de Varginha, na Zona Sul do Estado de Minas Gerais. O clima da região, segundo a classificação de Köppem citado pelo Ministério da Agricultura (6), é do tipo Cwb caracterizado por verões brandos,estação chuvosa e com temperatura média mensal inferior a 18ºC no mês mais frio e inferior a 22ºC no mês mais quente, o que coincide com a faixa ideal de temperatura para o café arábica. A precipitação média anual é de 1.200 mm, sendo 85 a 90 % acumulados no período de outubro a março.

A instalação do ensaio foi feita na segunda quinzena de novembro de 1972, em um terreno contíguo a uma lavoura de café da mesma propriedade, o qual apresentava sintomas visíveis de deficiência de magnésio, boro e zinco.

3.2 - Solo

As análises de solo foram realizadas de duas amos

tras compostas por 4 amostras simples, sendo a primeira retirada na camada de 0 - 15 cm, horizonte A, e a segunda na camada de 60 a 80cm,horizonte B. Os resultados das análises são apresentados no Quadro 6 e mostram que os teores de P,K^{+}, Ca^{++}+ Mg^{++} foram baixos nas 2 profundidades, enquanto do Al^{+++}foi de médio a alto e da matéria orgânica foi médio e baixo.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico Álico Podzólico Textura Argilosa e com relevo ondulado.(a)

3.3 - Variedade e Espaçamento

As mudas utilizadas para o plantio foram do cultivar Mundo Novo LCP 379/19 com 6 meses de idade. O espaçamento adotado, foi de 4,50m entre fileiras e 1,30m entre covas,plantando-se uma muda por cova.

3,4 - Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 9 tratamentos e 3 repetições em esquema fatorial 2^3 + 1 onde o magnésio, boro e zinco foram usados em 2 níveis (ausência e presença)juntamente com o NPK.A inclusão de um tratamento testemunha no delineamento foi feita com a finalidade de obtenção de informação dos níveis dos nutrientes analisados na ausência de adubação,bem como para fornecer dados de produção que possibilitassem uma comparação com o tratamento que recebeu apenas NPK,além da comparação com os outros tratamentos.

(a) Caracterização realizada pelo Prof.Nilton Curi do Departamento de Ciências do Solo da E. Superior de Agricultura de Lavras.

QUADRO 6 - Caracteristicas químicas e granulométricas de amostras de solo coletadas a duas profundidades na área experimental; Varginha - MG (-)

Horizonte	Al^{+++}	$Ca^{++} + Mg^{++}$	$H^{+} + Al^{+++}$	K^{+}	P	pH H_2O	pH KCl	Mat Org.	Areia	Limo	Argila
	meq/100g			ppm				%			
A	1,0	0,8	4,35	16	2	4,5	4,5	2,00	61,0	4,0	35,0
B	1,2	0,3	7,25	9	3	3,9	4,4	0,86	47,0	4,0	49,0

(-) Dados fornecidos pelo Departamento de Ciências do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Al^{+++}, $Ca^{++} + Mg^{++}$ - Extrator KCl 1N, Relação 1:10

$H^{+} + Al^{+++}$ - Extrator acetato de cálcio 1N, pH 7,0, relação 1:10

K^{+} e P - Extrator HCl 0,05N + H_2SO_4 0,025N, Relação 1:10

pH H_2O e pH KCl - Relação 1:2,5

Matéria orgânica - digestão via úmida.

Cada unidade experimental ficou constituida por 3 fileiras de 4 plantas, ou seja 12 por parcela, sendo que para as avaliações considerou-se como úteis apenas as duas plantas centrais, enquanto as demais constituiram a bordadura. Desta forma cada bloco continha 108 plantas e a área experimental 324.

3.5 - Tratamentos

Os tratamentos utilizados foram:

1 - Testemunha
2 - NPK
3 - NPK + B
4 - NPK + Mg
5 - NPK + Zn
6 - NPK + B + Mg
7 - NPK + B + Zn
8 - NPK + Mg + Zn
9 - NPK + B + Mg + Zn

As épocas e quantidades de N, P_2O_5, K_2O, sulfato de magnésio, borax e sulfato de zinco utilizados no plantio, na formação e produção do cafeeiro, são definidas no Quadro 7. As aplicações foram feitas em 2 parcelamentos nos meses de outubro a novembro e março a abril de cada ano agrícola, dependendo das precipitações pluviométricas.

O magnésio, boro e zinco foram aplicados inicial

QUADRO 7 - Adubações químicas de plantio, formação e produção - doses totais e doses por épocas; Varginha - MG.

Elementos	Plantio	Formação	Produção
	g/cova		
N	20	50	80
P_2O_5	60	40	40
K_2O	50	50	120
MgO	17	17	17
B	2,3	2,3	3,45
Zn	4,2	4,2	3,4

Épocas							
Ano	Data	N	P_2O_5	K_2O	MgO	B	Zn
		g/cova					
1972/73	29.11	20	60	50	17	2,3	4,2
	07.05	25	20	25	-	-	-
1973/74	23.10	25	20	25	-	-	-
	25.04	25	20	25	-	-	-
1974/75	12.11	25	20	25	8,5	1,15	2,1
	15.04	25	20	25	8,5	1,15	2,1
1975/76	19.11	40	20	60	-	-	-
	17.04	40	20	60	-	-	-
1976/77	05.11	40	20	60	8,5	1,725	4,2
	05.04	40	20	60	8,5	1,725	4,2

Fonte: Nitrogênio. Sulfato de amonio com 20 % de N.

Fósforo. Superfosfato simples com 20 % de P_2O_5

Potássio. Cloreto de potássio com 60 % de K_2O

Magnésio. Sulfato de magnésio com 17 % de MgO.

Boro. Borax com 11,5 % de B

Zinco. Sulfato de zinco com 21 % de Zn.

mente de uma só vez na cova de plantio e posteriormente, em anos agrícolas alternados, em 2 parcelamentos, nas mesmas épocas das adubações com NPK.

3.6 - Coleta de dados

Os dados utilizados para as avaliações foram os resultados das análises foliares para N, P, K, Ca, Mg, B e Zn e os dados de produções obtidos nos anos de 1975,1976,1977.

3.6.1 - Análises foliares

As análises foliares foram realizadas a partir do 4º ano após o plantio no laboratório de Química Agrícola da ESAL. Para determinação de N, utilizou-se o método de Kjeldahl,para P colorimetria, K fotometria de chama, para Ca, Mg, Zn por espectofotômetro de absorção atômica, sendo o boro determinado por colorimetria com solução de curcumina-ácido oxálico em etanol.

Das plantas constituintes da área útil de cada parcela, foram retiradas amostras de folhas formadas pelo 3ºpar a partir da extremidade de ramo. Os ramos escolhidos ocupavam a posição mediana na planta e estavam situados ao seu redor. Este procedimento baseou-se na afirmação de LOTT et alii (19), segundo o qual os efeitos de tratamentos culturais somente podem ser comparados, usando-se amostras de folhas com a mesma idade fisiológica.Na prática, ainda segundo o mesmo autor, estas podem ser obtidas do terceiro ou quarto par à partir da gema apical. Desta feita, foram coletadas 40 folhas e retiradas das 2 plantas úteis de cada parce

la. Foram feitas 2 amostragens para análises em laboratório: a primeira em 05.11.1976, coincidindo com a data da adubação em cobertura com NPK, Mg, B e Zn. A segunda foi feita 50 dias após o segundo parcelamento da adubação em cobertura, isto é, em 24.05.1977.

O objetivo da primeira análise foi obter dados de teor dos elementos nas folhas, por efeito de aplicações anteriores, isto é, respostas de 560 dias ou mais bem como servir de termo de comparação com a segunda análise.

Pela segunda análise procurou-se verificar a variação do teor dos elementos pesquisados, por efeito das duas aplicações parceladas, recentemente efetuadas, isto é, a 50 dias ou mais. Para efeito de discussão considerou-se 560 dias como longo prazo e 50 dias como curto prazo.

3.6.2 - Produções

Foram medidas e pesadas as produções dos anos 1975, 1976 e 1977. As colheitas foram efetuadas pelo método de " derriça no pano". Após cálculo do volume, os frutos foram secos em terreiros e, posteriormente, beneficiados para então serem pesados. Para as análises estatísticas, utilizou-se apenas os dados de pesagem.

3.7 - Análise estatística

Os dados das produções foram analisados estatisticamente usando-se o modelo de parcelas subdivididas no tempo, basea

do nas informações de PIMENTEL GOMES (17), que considera e analisa como experimento em parcelas subdivididas, aqueles que se realizam nas mesmas parcelas e com os mesmos tratamentos em dois ou mais anos sucessivos e STEEL & TORRIE (36) que também consideram e analisam como parcela subdividida no tempo, os experimentos onde sucessivas observações são feitas sobre as parcelas, por um período de tempo.

Os dados de produção foram transformados em Kg de café beneficiado por hectare para então proceder-se a análise estatística.

Os dados de análises foliares foram analisados para cada época separadamente utilizando-se o modelo apresentado por PIMENTEL GOMES (17).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Resultados das Análises foliares

As análises para N, P, K e Ca, foram realizadas com a finalidade de se obter informações de possíveis interações destes elementos com Mg, B e Zn, que constituem o objeto principal deste estudo. Várias destas relações de dependência foram apontadas por MALAVOLTA et alii (23),ZIMMERMAN (39) e OLSEN (27).

4.1.1 - Nitrogênio

Os dados médios obtidos através das análises foliares para nitrogênio nas duas épocas de amostragem - Quadro 8 - estão de acordo com os dados de PEREIRA et alii (30) e de MEDCALF et alii (24), mostrando também uma diminuição percentual do teor de N do 1º para o 2º período de amostragem (novembro e maio respectivamente). Isto pode ser atribuido a uma redução do nível percentual de nitrogênio nas folhas, durante o período de amadurecimento dos frutos, como demonstra o trabalho de MEDCALF et alii(24) onde o nível de N foi reduzido de 4,10 para 2,85% no referido pe

QUADRO 8 - Teores médios de Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na matéria seca de folhas de cafeeiro, em %, obtidos em experimentos de adubação, em duas épocas de amostragem; Varginha - MG (-)

Tratamento	Época de amostragem									
	60 meses após plantio (1ª) 5 anos Novembro					66 meses após plantio (2ª) 5,5 anos Maio				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	%									
Testemunha	3,30	0,121	1,54	0,66	0,224	3,17	0,106	1,65	1,08	0,300
NPK	2,98	0,114	2,04	0,54	0,146	2,69	0,120	1,64	1,36	0,174
NPK + B	3,02	0,108	1,81	0,61	0,150	2,68	0,086	1,58	1,46	0,218
NPK + Mg	2,09	0,116	1,98	0,62	0,179	2,89	0,104	1,68	1,42	0,235
NPK + Zn	3,01	0,112	2,06	0,56	0,158	2,77	0,108	1,87	1,25	0,192
NPK + B + Mg	3,03	0,121	1,84	0,60	0,196	2,72	0,083	1,49	1,38	0,230
NPK + B + Zn	3,15	0,123	2,14	0,61	0,136	2,95	0,119	1,80	1,13	0,204
NPK + Mg + Zn	2,92	0,106	2,03	0,64	0,170	2,67	0,090	1,53	1,41	0,220
NPK + B + Mg +Zn	3,04	0,131	1,94	0,68	0,193	2,71	0,092	1,56	1,38	0,233
Média	2,95	0,117	1,93	0,61	0,172	2,80	0,101	1,64	1,32	0,215

(-) Dados fornecidos pelo Instituto de Química " John H. Weelock" da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

ríodo.

A análise de variância para nitrogênio feita nas duas épocas de amostragem - Quadro 9 e 10 - identificou diferença significativa entre a testemunha e os outros tratamentos. A diferença encontrada foi devida ao maior teor de N na testemunha sem adubação nitrogenada do que na média dos outros tratamentos adubados com nitrogênio. Uma possível explicação que se pode dar para o fato, é que os tratamentos adubados sempre produziram mais que a testemunha e, consequentemente, apresentaram níveis de N nas 2 épocas de amostragem, inferiores aos da testemunha que, por produzir pouco, consumiu menor quantidade do elemento. Uma outra explicação pode ser dada pelo efeito de deluição, isto é a testemunha crescendo menos que os tratamentos adubados, apresentou teor de N mais concentrado do que os verificados nos outros tratamentos que cresceram mais e, consequentemente apresentaram teor de N em menor concentração, uma vez que o referido elemento é extremamente translocável.

4.1.2 - Fósforo

Os dados médios obtidos através de análises foliares para as duas épocas de amostragem, encontram-se no - Quadro 8- e mostram uma redução do nível de fósforo da 1ª para a 2ª época, o que está em acordo com o trabalho de PEREIRA et alii (30) e de GALLO et alii (16), que também encontraram redução no teor de fósforo contido na folha como um efeito de variação de época de amostragem.

As análises de variância, feitas em separado para

QUADRO 9 - Resumo das análises de variância dos teores de N, P, K, Ca e Mg, em % e de B e Zn, em ppm, contidos nas folhas do cafeeiro, na 1ª época de amostragem; Varginha - MG.

CV	GL	QM						
		N	P	K	Ca	Mg	B	Zn
Blocos	2	0,0714	0,00005	0,1338	0,0287	0,00105	70,44	14,964
(Tratamentos)	(8)	0,0369	0,00017	0,0972	0,0061	0,00245*	724,73**	13,220
B	1	0,0222	0,00047	0,0522	0,0077	0,00021	5400,00**	8,167
Mg	1	0,0026	0,00012	0,0266	0,0187	0,00836**	69,36	0,327
Zn	1	-	0,00006	0,0962	0,0051	0,00010	18,72	60,167*
B.Mg	1	0,0057	0,00021	0,0025	0,0031	0,00142	114,40	0,666
B.Zn	1	0,0273	0,00051	0,0524	0,0003	0,00017	0,03	10,166
Mg . Zn	1	0,0392	0,00006	0,0132	0,0025	0,00006	24,00	19,439
B.Mg.Zn	1	0,0023	-	0,0265	0,0027	0,00032	168,55	0,400
Test.V.Resto	1	0,1962**	0,00006	0,5085**	0,0089	0,00897**	2,76	2,160
Residuo	16	0,0181	0,00049	0,0428	0,0055	0,00083	91,03	11,474
CV %		4,40	18,87	10,69	12,05	16,60	30,10	31,95

* Teste F, significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** Teste F, significativo ao nível de 1 % de probabilidade

as duas épocas de amostragem - Quadro 9 e 10 - mostraram que apenas na 2ª época encontrou-se efeitos do Mg e da interação B . Zn sobre o nível de P nas folhas. A aplicação de Mg no solo provocou uma redução no teor de P nas folhas, o mesmo acontecendo com a interação B . Zn. A explicação que talvez possa ser dada para o efeito do Mg, é que, embora seja bem conhecido o seu papel como carreador de fósforo, os tratamentos que receberam este elemento produziram 25 % a mais em comparação com os que não receberam. Desta forma, maior quantidade de fósforo foi translocada para os frutos devido ao aumento de produção, reduzindo assim o nível de P nas folhas.

Com respeito a interação B . Zn o estudo estatístico mostrou que o efeito na redução do teor de P deu-se na presença de boro e na ausência de zinco. Como este efeito somente foi verificado para a 2ª época de amostragem, presume-se que esteja também ligado à variação de produção, pois os tratamentos adubados com boro produziram, em média, 11 % a mais em comparação com os que não receberam o micronutriente. Pode-se concluir então que da mesma forma que o Mg, o boro, através do aumento de produçao, tenha influido no nível de P das folhas.

Para a 1ª época de amostragem nenhum efeito dos tratamentos pode ser verificado, no nível de P nas folhas do cafeeiro.

4.1.3 - Potássio

Os dados médios obtidos através de análises foliares para as duas épocas de amostragem, encontram-se no Quadro 8

e da mesma forma que o fósforo, mostram uma redução do teor de potássio da 1ª para a 2ª época. Tais resultados também estão em acordo com o trabalho de PEREIRA et alii (30), e de GALLO et alii (16).

As análises de variância para as referidas épocas de amostragem, Quadro 9, 10, evidenciam apenas para a 1ª época uma diferença significativa entre a testemunha - que não recebeu o elemento - e os outros tratamentos. Para a 2ª época um mesmo efeito não pode ser verificado, possivelmente devido à translocação do elemento para os frutos.

4.1.4 - Cálcio

Os dados médios das análises foliares, feitas para o cálcio nas duas épocas de amostragem, podem ser vistos no Quadro 8 mostram um comportamento inverso ao do N, P, K. Isto é, há um aumento do teor do elemento da 1ª para a 2ª época. Estes resultados estão em acordo com o trabalho de PEREIRA et alii (30), que também encontraram teores do elemento - em outubro e novembro - inferiores ao nível limiar sugerido por LOTT et alii (20), atribuindo o fato a um consumo maior do cálcio no referido período, para enfolhamento e brotação do cafeeiro, uma vez que os dados encontrados em maio estavam acima deste nível limiar.

Realizadas as análises de variância para as duas épocas de amostragem - Quadro 9 e 10 - encontrou-se apenas para a 2ª época, uma diferença significativa da comparação da testemunha com os outros tratamentos. A explicação para o fato pode ser dada pela afirmação de MALAVOLTA (22), que diz existir uma relação direta entre o teor de Ca e a produtividade. Desta forma, como a pro

dutividade da testemunha foi sempre baixa, o seu nível médio de cálcio foi também menor que a média dos outros tratamentos.

4.1.5 - Magnésio

Os dados obtidos através das análises foliares feitas para as duas épocas de amostragem - Quadro 8 - mostram um aumento do teor de magnésio em todos os tratamentos, da 1ª para 2ª época. Tal comportamento também foi verificado por PEREIRA et alii (30), que mostraram uma queda no teor percentual do magnésio no período de outubro a fevereiro, possivelmente pela translocação do elemento para os frutos, seguindo-se de uma ascenção até maio - junho, onde alcança níveis superiores aos de novembro.

A análise de variância para o magnésio, realizada para as duas épocas de amostragem - Quadro 9 e 10 - mostrou diferenças significativas tanto para a primeira como para a segunda época.

Na primeira época, a adição de magnésio elevou o teor do elemento na folha de modo a apresentar uma diferença significativa. Também a testemunha apresentou um teor significativamente, maior que a média dos outros tratamentos. Em vista destes resultados, pode-se dizer que a aplicação de magnésio no solo elevou o teor do elemento nas folhas do cafeeiro, independente da adição ou não de boro e/ou zinco - Apèndice 1. Como esta diferença refere-se aos dados da 1ª época de amostragem, e desde que as aplicações de magnésio ao solo foram feitas em anos alternados, ela deve ser atribuida a um efeito das aplicações anteriormente feitas, isto é,

um efeito prolongado.

Na 2ª época de amostragem a testemunha mostrou-se significativamente maior que a média dos outros tratamentos. Nesta fase, um aspecto a considerar é que se houve diferença significativa para a aplicação do magnésio na 1ª época deveria haver também na 2ª época, uma vez que a análise foliar para este período, foi feita após duas adubações em cobertura. A explicação para o fato prende-se as informações de TISDALE & NELSON (37) e ZIMMERMAN (39) que comentam sobre a translocação do magnésio que se faz de forma mais acentuada para os frutos. Assim, embora na 2ª época tenha havido absorção de magnésio, como pode ser visto pelas alterações dos teores médios do elemento - Quadro 8 - a translocação para os frutos que na ocasião estavam em fase final de desenvolvimento, só permitiu identificar, então diferença significativa entre a testemunha e os outros tratamentos. Este fato, por outro lado, também explica o maior teor de Mg encontrado nas testemunhas das duas épocas de amostragem, uma vez que houve diferença marcante de produção entre a testemunha e os demais tratamentos, como será visto mais adiante, na discussão dos resultados das produções.

4.1.6 - Boro

Os dados médios das análises foliares para as duas épocas de amostragem - Quadro 11 - evidenciam um aumento marcante do teor de boro em todos os tratamentos da 1ª para a 2ª época de amostragem. Este mesmo comportamento foi encontrado por GALLO et alii (16), num levantamento de cafezais em São Paulo, em diversos tipos de solos, nos quais os autores verificaram uma elevação sig

QUADRO 11 - Teores médios de boro e zinco, na matéria seca de folhas de cafeeiro, em ppm, obtidos em experimento da adubação, em duas épocas de amostragem; Varginha-MG (-).

Tratamento	Época de amostragem			
	60 meses após o plantio (1ª) Novembro		66 meses após o plantio (2ª) Maio	
	B	Zn	B	Zn
	ppm			
Testemunha	32,5	9,8	52,2	12,4
NPK	13,5	8,6	68,6	13,0
NPK + B	53,1	8,0	108,6	12,4
NPK + Mg	17,8	9,7	72,4	15,0
NPK + Zn	18,5	11,4	56,2	14,9
NPK + B + Mg	38,0	10,0	88,6	11,9
NPK + B + Zn	47,6	15,1	68,0	14,0
NPK + Mg + Zn	16,2	10,6	59,8	14,6
NPK + B + Mg + Zn	47,2	11,9	109,8	14,4
Média	31,6	10,6	76,0	13,6

(-) Dados fornecidos pelo Instituto de Química " John H. Weelock" da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

nificativa de 40 para 52 ppm no teor de boro. Uma outra argumentação pode ser feita com o trabalho de PAULA (28), que atribui as alterações encontradas no teor de boro a um efeito de época de amostragem. As explicações para o fato podem ser baseados nas informações de MALAVOLTA (22), CHEBABI & GONÇALVES (13) e PEREZ (31), que atribuem o aparecimento mais intenso dos sintomas de deficiência, no início da estação chuvosa, por ser esta a época de brotação e florescimento exigindo, portanto, um maior consumo do elemento. Ainda segundo os mesmos autores, o aproveitamento do elemento pelas plantas está diretamente relacionada ao bom conteúdo de água no solo, o que possibilita a mineralização da matéria orgânica, uma das principais fontes de boro no solo. Desta forma, na 1ª época de amostragem as plantas estavam a exigir mais, devido à brotação e florescimento, e o solo apresentava menor disponibilidade do microelemento, uma vez que a estação chuvosa apenas se iniciava.

A análise de variância para o boro, feita para as duas épocas de amostragem - Quadro 9 e 10 - apresentou diferenças significativas, tanto para a 1ª como para a 2ª época. Na primeira época observou-se um aumento significativo pela aplicação do boro ao solo, independentemente da aplicação de magnésio e/ou zinco - Apendice 2. Os teores mais elevados de boro nos tratamentos que receberam o elemento, devem-se as aplicações anteriormente feitas no solo, o que está em perfeita concordância com o trabalho de SILVA (33), que também atribuiu à aplicação de borax no solo a manutenção do teor de boro na folha, acima do nível limiar, por um período de 450 dias.

Na segunda época de amostragem, da mesma forma que na primeira, a aplicação de boro no solo resultou em um aumento

significativo do teor do microelemento nas folhas - Apendice 3. Este resultado novamente concorda com o trabalho de SILVA (33). Por outro lado, os trabalhos de PEREIRA (30) e PAULA (28), que utilizaram aplicações foliares como forma de fornecimento do micronutriente, não obtiveram respostas significativas às aplicações feitas.

O Quadro 10 mostra um efeito significativo da aplicação de boro no solo, da interação Mg.Zn, interação B.Mg.Zn e também da comparação da testemunha com os demais tratamentos. O estudo das interações mostrou que:

- A aplicação de zinco no solo provocou uma redução significativa do teor de boro, nas folhas do cafeeiro, na ausência de magnésio e presença de boro.
- A aplicação de magnésio no solo, aumentou significativamente o teor de boro nas folhas, na presença de boro e de zinco.
- A aplicação de boro no solo provocou um aumento significativo do teor de boro nas folhas independente da adição ou não de magnésio mais zinco.

Em síntese, o que parece ter acontecido é que aplicações de boro no solo possibilitaram o aproveitamento do microelemento pelo cafeeiro, aproveitamento este que foi reduzido quando o Zn foi aplicado adicionalmente, sendo o que o efeito do bloqueio do Zn não foi verificado quando se adicionou também o sulfato de magnésio no solo.

A diferença significativa encontrada na comparação entre a testemunha e os outros tratamentos, prende-se ao fato de que o boro aplicado no solo é realmente absorvido de forma que, como testemunha não recebeu o elemento, mostrou-se significativamente menor que a média dos outros tratamentos, quanto ao teor de bo

ro nas folhas.

4.1.7 - Zinco

Feitas as análises foliares para as duas épocas de amostragem - Quadro 11 - observou-se um aumento do teor de zinco nas folhas, da 1ª para a 2ª época de amostragem. Entretanto, no trabalho de GALLO et alii (16), não foi encontrada qualquer diferença significativa por efeito de épocas de amostragem, quando a comparação foi feita entre os teores obtidos em setembro outubro com os de abril e maio, período este semelhante ao deste trabalho.

Trabalho com aplicação de Zn no solo não tem mostrado resultados satisfatórios para a correção da deficiência. ANANTH et alii (1), comparando aplicações de Zn veiculado através de pulverizações foliares, com aplicações no solo utilizando quelatos e sulfato de zinco, mostraram claramente a maior eficiência da pulverização sobre a aplicação no solo. O tratamento com altas doses de sulfato de zinco no solo, respondeu somente ao final de 6 meses. Também o trabalho de PEREIRA, MATIELO & MIGUEL (29), testando fontes e meios de aplicação de Zn na adubação mineral do cafeeiro, concluiram que os tratamentos de pulverização de sulfato de zinco, foram superiores às aplicações no solo. Estes autores, apesar de encontrarem um efeito menor da aplicação no solo quando comparando com a pulverização, afirmam que a longo prazo melhores resultados poderão ser esperados.

A análise de variância feita em separado para a primeira e segunda épocas de amostragem - Quadro 9 e 10 - revelou um aumento significativo, em ambas as épocas, para a aplicação do zin

no solo - Apendice 4 e 5. Como as aplicações de zinco foram sempre feitas em anos alternados, o efeito significativo encontrado para a 1ª época de amostragem, deve ser considerado com um efeito a longo prazo. Este resultado confirma portanto resposta a longo prazo de aplicação de zinco no solo, como era de se esperar através de expectativa criada com os trabalhos de ANANTH (1) e PEREIRA, MATIELO & MIGUEL (29).

Deve-se esclarecer, entretanto, que embora tenha-se conseguido elevar o teor de zinco na folha acima do nível limiar proposto por LOTT et alii (20), que corresponde a 10 ppm, e abaixo do sugerido por CULOT et alii, citado por MALAVOLTA et alii (23) que corresponde a 30 ppm, sintomas visuais descritas como deficiência de zinco puderam ser ainda observados nos tratamentos que receberam o microelemento no solo.

Com relação a um possível efeito - a curto prazo - de aplicação de zinco no solo na condição em que foi realizado este trabalho, parece não ter havido, uma vez que enquanto na 1ª época a aplicação de zinco aumentou 34,7 % o teor do elemento na folha, na 2ª época, este aumento foi de apenas 10,5 % - Quadro 12 - o que indica que apesar da 2ª amostragem ter sido feita 50 dias após 2 aplicações do microelemento no solo, tal espaço de tempo não foi suficiente para que pelo menos fosse mantido o mesmo aumento percentual verificado anteriormente.

QUADRO 12 - Aumentos percentuais nos teores médios de Zn nas 2 épocas de amostragem, resultantes da aplicação do micronutriente.

Tratamentos	Teores médios de Zn		Aumentos	
	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época
	- - - - - -ppm- - - - - -		- - - - - - % - - - -	
Sem Zn	36,47	52,53		
Com Zn	49,13	58,07	34,7	10,5

Efeitos a curto prazo, de correção de deficiência de zinco, tem sido conseguidos com aplicações do microelemento através de pulverizações foliares, como mostra o trabalho de PEREIRA et alii (30), que conseguiu elevar o teor de zinco muito acima do nível limiar proposto por LOTT (20), em apenas 2 meses. Supondo-se que respostas de aplicação de Zn no solo ocorrem somente a longo prazo, uma explicação que talvez possa ser dada é a baixa velocidade de translocação do zinco que, segundo OLSEN (27), ocorre em função das interações P - Zn, tanto no solo como no interior da planta.

Em vista dos resultados obtidos neste trabalho, sugere-se que em oportunidades posteriores, seja verificado o espaço de tempo mínimo necessário, para que se obtenha resposta significativa de aplicação de sulfato de zinco no solo.

4.2 - Produções

Os dados das produções, obtidos nas colheitas de 1975, 1976 e 1977 encontram-se no Quadro 13. Apesar de ter sido esperado em 1976, uma produção superior a do ano anterior, tal não se verificou, devido possivelmente a estiagem de 1975 o que fez com que a produtividade do ano seguinte fosse baixa, de maneira generalizada para o Sul de Minas.

Feita a análise estatística - Quadro 14 - encontrou-se diferença para os tratamentos (parcelas) e para anos (subparcelas). A diferença encontrada para anos já era de se esperar, pois tratando-se de plantas perenes e em formação, as produções normalmente tendem a crescer apresentando consequentemente, diferenças de um ano para outro.

A fim de que se pudesse identificar qual ou quais elementos estariam influindo significativamente na produção, procedeu-se ao desdobramento dos tratamentos - Quadro 15 - onde se verificou que o aumento de produção encontrado ocorreu devido à aplicação do magnésio no solo e da comparação da testemunha com os outros tratamentos. Em discussões anteriormente feitas neste trabalho, ficou evidente que o uso de magnésio aumentou significativamente o teor deste elemento nas folhas do cafeeiro, o que está em consonância com o aumento de produção verificado. Este aumento poderá ser explicado em primeiro lugar pelo efeito direto do magnésio que foi aplicado no solo, cuja análise química mostrou um baixo teor de Ca^{++} + Mg^{++}; em segundo a um efeito indireto do magnésio elevando o pH do solo e reduzindo o Al^{+++}.

A alta significância encontrada para a testemunha

QUADRO 13 - Produções dos anos 1975, 1976 e 1977, transformados em Kg de café beneficiado por hectare do experimento de adubação; Varginha - MG

Tratamentos	Anos				%
	1975	1976	1977	1975 - 1977	
1 - Testemunha	583,66	306,00	1.513,00	800,88	100
7 - NPK + B + Zn	555,33	529,66	1.997,50	1.027,49	128
2 - NPK	935,00	376,83	2.405,50	1.239,11	155
5 - NPK + Zn	855,66	646,00	2.346,00	1.282,55	160
8 - NPK + Mg + Zn	929,33	563,83	2.816,33	1.436,49	179
9 - NPK + B + Mg + Zn	1.569,66	416,50	3.074,16	1.686,77	210
4 - NPK + Mg	1.175,83	549,66	3.380,16	1.701,88	212
3 - NPK + B	1.218,33	906,66	3.145,00	1.756,66	219
6 - NPK + B + Mg	1.294 83	725,33	3.417,00	1.812,38	226
Média	1.013,07	557,83	2.677,18	1.415,69	

QUADRO 14 - Análise de variância dos dados de produção de café beneficiado, transformados, em Kg/ha no período 1975 a 1977 - Varginha - MG

CV	GL	QM
Blocos	2	494.583,36
Tratamento A	8	1.132.873,97 *
Residuo (a)	16	340.734,01
Parcelas	(26)	
Tratamento B	2	33.606.300,77 **
Interação A x B	16	296.489,91
Bloco x Trat.B	4	334.377,01
Residuo (b)	32	215.358,18
Total	80	
CV % (trat.A)	41,22	
CV % (trat.B)	33,76	

* Teste F, significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** Teste F, significativo ao nível de 1 % de probabilidade

QUADRO 15 - Análise de variância para estudo de efeito dos tratamentos utilizados; dados de produção de café beneficiado em Kg/ha no período 1975 a 1977;Varginha- MG.

CV	GL	QM
Blocos	2	494.583,36
Tratamentos	(8)	1.332.873,97 *
B	1	437.112,50
Mg	1	1.995.003,12 *
Zn	1	1.304.112,50
B . Mg	1	10.835,56
B . Zn	1	450.458,68
Mg . Zn	1	97.682,00
B . Mg . Zn	1	936.396,12
Test.V. Resto	1	3.831.373,35 **
Residuo	16	340.734,01
Parcelas	26	

* Teste F, significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** Teste F, significativo ao nível de 1 % de probabilidade

em comparação com os outros tratamentos, permite dizer que os tratamentos adubados apresentaram produção superior ao tratamento não adubado.

Merece ainda comentário o efeito do zinco, que como já foi anteriormente discutido, provocou uma redução significativa do teor de boro quando aplicado juntamente com este micronutriente. O efeito significativo do zinco na produção foi verificado para $P < 0,1$. Nestas condições encontrou-se que a aplicação do sulfato de zinco no solo reduziu a produção quando este fertilizante, foi aplicado juntamente com o borax e/ ou o sulfato de magnésio. Assim sendo o efeito negativo de zinco sobre a produção foi da ordem de 16,5%.

A interação A x B (tratamento x anos) não foi significativa, o que indica não ter existido influência dos anos sobre os tratamentos em termos de produção, ou seja, os tratamentos comportaram-se de maneira idêntica em todos os anos.

Foram também calculados os aumentos percentuais, em relação a testemunha que recebeu o valor 100-Quadro 13- com base nestas comparações observa-se que enquanto o tratamento NPK produziu 155%, o tratamento NPK + magnésio produziu 212%, o tratamento NPK + boro 219% e o tratamento NPK + boro + magnésio produziu 226%. Os tratamentos que receberam zinco, parecem ter sofrido uma redução. Assim é que o tratamento 7(NPK + B + Zn), foi inferior ao que recebeu apenas NPK.

Uma outra forma de confrontar as produções poderá ser feita através de uma comparação dos tratamentos que receberam um determinado nutriente comparando-os com os que não o receberam. Assim para o magnésio encontrou-se um aumento de produção de 25 %

quando confrontado com os tratamentos que não receberam o elemento em questão. Esta mesma comparação feita para o boro, mostra um aumento de produção de 11%, enquanto para o zinco, o efeito é negativo mostrando uma redução de 16,5%.

5 - CONCLUSÕES

As condições em que foi realizado o presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

1 - Em termos de variação do teor dos elementos presentes na folha, constatou-se que a aplicação de sulfato de magnésio no solo contribuiu para o incremento do magnésio presente na folha, o mesmo ocorrendo com o boro pela aplicação de borax, cujo efeito prolongou-se por 560 dias após a sua aplicação. No caso do zinco, o efeito observado de aumentos no teor do elemento na folha pela aplicação de sulfato de zinco no solo, processou-se a longo prazo.

2 - O sulfato de zinco, aplicado no solo, contribuiu para a redução do teor de boro nas folhas dos cafeeiros que receberam aplicação de borax e não receberam de sulfato de magnésio.

3 - Entre os elementos estudados, apenas o magnésio mostrou efeito positivo na produção, após as três colheitas realizadas. A aplicação de sulfato de magnésio ao solo contribuiu para um aumento da ordem de 25 % em relação aos tratamentos que não receberam este macronutriente.

4 - A aplicação de sulfato de zinco ao solo junta

mente com o borax e/ou sulfato de magnésio, contribuiu para redução de 16,5 % da produção em relação aos tratamentos que não receberam este micronutriente.

5 - A presença de apenas NPK, proporcionou um aumento de produção em relação a testemunha, da ordem de 55%.

6 - RESUMO

Com objetivo de se verificar a viabilidade de aplicação, no solo, de magnésio, boro e zinco, em substituição às pulverizações comumente feitas, foi conduzido um experimento em Varginha - Mg em um solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro, Distrófico, Álico, Podzólico, Textura argilosa, relevo ondulado, iniciado em novembro de 1972 e terminado em junho de 1977.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial $2^3 + 1$, com 3 repetições, onde o magnésio, boro e zinco foram usados e 2 níveis (ausência e presença) juntamente com NPK, além de um tratamento adicional, a testemunha, que não recebeu nenhuma adubação.

As avaliações de variação do teor dos elementos em questão presentes na folha foram feitas através de análises foliares sendo também medidos os seus efeitos na produção, por um período de 3 anos.

Os resultados mostraram um aumento de teor de magnésio e de boro, quando aplicados ao solo, enquanto para o zinco este efeito só se verificou a longo prazo. O efeito de aplicação do borax se prolongou por 560 dias. O sulfato de magnésio ainda con

tribuiu para o aumento do teor de boro, enquanto o sulfato de zinco apresentou um efeito contrário quando aplicado juntamente com o boro. Finalmente o sulfato de magnésio proporcionou um incremento na produção, após a realização de 3 colheitas , da ordem de 25 % em relação aos tratamentos que não receberam esse macronutriente , ao passo que o sulfato de zinco reduziu a produção em 16,5%.

7 - SUMMARY

An experiment was carried out in Varginha,Mg with the objetive of verifying the viabilit of applying magnesium, boron and zinc to soil as a substitute for the commonly employed sprays. The experimental soil was classified as dark red latasol, distrophic, alico podzolic, clay texture, and hilly topography.The experiment lasted from November 1972 until June 1977.

The experimental outline was random blocks in a factorial scheme 2^3+ 1 with three replics, in which the magnesium, boron, and zinc were used and two levels (absence and presence)together with NPK, besides an additional treatment, the control,which didn't receive any fertilizer.

Appraisals of the variation in content of the elements under consideration present in the leaves were made by foliage analyses, these analyses also being measures of their effects an production for over a period of 3 years.

The results indicated an increase in the content of magnesium and boron when applied to the soil,while this effect with zinc was only realized in the long tern. The effect of borax application prolonged itself for 560 days. The magnesium

sulfate still contributed to an increase in the content of boron, while the zinc sulfate manifested an opposite effect when applied together with the boron. Finally, the magnesium sulfate furnished an increment in production, after the completion of three harvests, of 25 % in relation to the treatments which didn't receive this macronutrient, while the zinc sulfate reduced the production to 16,5 %.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ANANTH, B.R.; YENGAR,B.R.V. & CHOKKANNA,N.G.Widespread zinc deficiency in caffee in India. Turrialba, Costa Rica, 15 (2): 81-7, Apr/June 1965.

2. ANDRADE, I.P.R.; HASHIZUNE, H.; PAULINI, A.E. & MATIELO,J.B.Estudos sobre a correção de deficiência de zinco e cobre em cafezais novos. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2º, Poços de Caldas, 1974 Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1974. p. 268 - 71.

3. ARANA, M.L. La fertilizacion foliar em el cafeto. Revista cafetera de Colombia, 19 (147):77 - 80, mayo/ag. 1970.

4. ARZOLA, J.D.P.; HAAG,H.P. & MALAVOLTA,E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro VIII. Estudos de absorção e translocação do radiozinco no cafeeiro (coffea arábica L.) Anais da ESAL-Q, Piracicaba, 19:35 - 52 1962.

5. BOAWN, Louis, C. Residual availability of fertilizer zinc.Soil

Science Society of America Proceedings, Madison,38(5):800-3, Sept/oct. 1974.

6. BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Considerações sobre o meio ambiente. In: Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de furnas. Rio de Janeiro. 1962. p. 6 -60 (Boletim, 13).

7. _____. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. Cultura do café no Brasil; manual de recomendações, Rio de Janeiro,IBC,1974 261 p.

8. _____._____. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ GERCA. Levantamento da realidade cafeeira no Sul de Minas Gerais.s,l;1975 27 p. (mimeografado).

9. CAIXETA, Glória,Zélia.; GOMES,F.R.;BARBOSA,T. & FREIRE,S.H. Diagnóstico da cafeicultura da Zona Sul de Minas Gerais. Belo Horizonte, Acordo IBC - DAC / Governo do Estado de Minas Gerais, 1975,103 p.

10. CAIXETA, João Virgilio M.; BARTHOLO,G.F.; SOUZA,S.F. de,& MELLES, C.C.A. Ensaios de progenies de cafeeiro catuai. In: EPAMIG. Projeto café; relatório anual 74/75. Belo Horizonte, 1976. 111 p. 276-9.

11. CAMARGO, Paulo, N. Princípios de nutrição foliar. São Paulo,Ce

res, 1970. 118 p.

12. CATANI, R.A & MORAES, F.R.P de. A composição química do cafeeiro - Quantidade e distribuição de N, P_2O_5 CaO e MgO em cafeeiro de 1 a 5 anos de idade. Revista da Agricultura, Piracicaba, 33 (1): 45 - 52, março 1958.

13. CHEBABI,R.A & GONÇALVES, José Carlos; Deficiências minerais no cafeeiro. Campinas, CATI, 1970. 28p. (Boletim técnico SCR 56).

14. COOPER, H.P.; PADEN,W.R. & GARMAN,W.H. Some factores influencing the availaibility of magnezium in soil and the magnezium content of certain crop plants. Soil Science, Maryland, 63 (1):27 - 41, Jan. 1947.

15. EPSTEIN,E. Metabolismo Mineral. In: Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Editora da Universidade de São Paulo Livros Técnicos e Cientificos, 1975 p. 235 - 66.

16. GALLO,R.J.; HIROCE,R.; BATAGLIA,O.C. & MORAES,F.P.de. Levantamento de cafezais do Estado de São Paulo pela análise química foliar. II. Solos podzolizados de Lins e Marília, latossolo roxo e podzolico vermelho amarelo orto. Bragantia, Campinas, 29 (22):237 - 47, jul. 1970.

17. PIMENTEL GOMES,Frederico. Curso de estatística experimental. Pi

racicaba, Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz", 1966. 404 p.

18. LOPES, Alfredo,S. A survey of the fertility status of soil under "Cerrado vegetation Brazil. Raleigh, 1975. 137 p. (Tese M.S.).

19. LOTT,W.L.; NERY,J.P.; GALLO,J.R. & MEDCALF,J.C. A Técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. São Paulo, IBEC Research Institute, 1965. 40p. (Boletim, 9).

20. _____.; Mc CLUNG,A.C.; VITA, R. de & GALLO,J.R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Research Institute, 1961. 72 p. (Boletim, 26).

21. MALAVOLTA,E. Nutrição do cafeeiro. I: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. Cultura e adubação do cafeeiro. 2ª ed. São Paulo Instituto Brasileiro de Potassa, 1965 p. 159 -206.

22. _____. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz 1977. 28 p. (Boletim técnico - Ultrafertil).

23. _____.; HAAG,H.P.; MELLO,F.A.F. de & BRASIL SOBRINHO M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974 p. 203-57.

24. MEDCALF,J.C.; LOTT,W.L.; TEETER,P.B. & QUINN,L.R. Cultura do café e química da planta. In: Programa experimental no Brasil. São Paulo, IBEC Research Institute, 1965.p. 13-41 (Boletim,6).

25. MERCADO Cambial e comércio exterior. Conjuntura Econômica,Rio de Janeiro, 32(1):16-19,Janeiro 1978.

26. MORAES,F.Pupo de; CERVELINI,G.S. & LAZZARINI,W.Adubação química com N, P, K, B e Zn em cafeeiros plantados em latossolo vermelho amarelo orto da região de Campinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2º, Poços de Caldas 1974. Resumos ... Rio de Janeiro, IBC, 1974.p. 281-2.

27. OLSEN,S.R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT,J.J. et alii, ed. Micronutients in agricultura. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p. 243-64.

28. PAULA,M.B. de. Composição mineral foliar do café (coffea arábica L.) efeitos de pulverização com zinco e boro. Viçosa, UFV, 1975. 43p. (Tese M.S.).

29. PEREIRA,J.E.; MATIELO,I.B. & MIGUEL,A.E. Fontes e modo de aplicação de zinco e boro na adubação mineral do cafeeiro em solo latossol vermelho amarelo distrófico húmico. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE PESQUISAS CAFEEIRAS,Curitiba,3º 1975. Resumos... Rio de Janeiro,IBC, 1975.p.203-5.

30. PEREIRA,J.E.; SANTINATO,R. & MIGUEL, A.E. Levantamento do estado nutricional do cafeeiro com base na análise foliar, In : CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4º, Caxambú, 1976. Resumos ... Rio de Janeiro, IBC, 1976. p. 159 - 64.

31. PEREZ,M.S.; Victor. Algumas deficiências minerales del cafeto em Costa Rica. San José, Ministério de Agricultura e Indústrias, Serviço Técnico Interamericano de Cooperacion Agricola. (STICA), 1957. 27p. (Informacion, 2).

32. REDDY,M.R.; & PERKINS,H.F. Fixation of zinc by clay minerals Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 38 (20): 229 - 31, apr. 1974.

33. SILVA,J.B.S. Verificação do período de correção de deficiência de boro em cafezais através de aplicações associadas e isoladas de calcário e boro.In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4º, Caxambú,1976. Resumos ... Rio de Janeiro, IBC, 1976. p. 213 - 4.

34. _____. & ALMEIDA,S.R. Estudo de doses de sulfato de zinco em cafezais instalados em solos de cerrados no Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS, 3º Curitiba, 1975. Resumos ... Rio de Janeiro, IBC, 1975.p. 314 - 16.

35. _____.; ALMEIDA.S.R. & GONÇALVES,J.C. Estudos dos efeitos da aplicação de N,P,Mg.Zn,B e Cu por via foliar em cafe

zais instalados em solos de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3º, Curitiba, 1975. Resumos...Rio de Janeiro, IBC, 1975.p. 302 - 4.

36. STEEL,R.G.D. & TORRIE, J.H. Analysis of variance IV:split plot designs and analysis. In: Principles and procedures of statistics; With special reference to the biological Sciences. New York, Mc Graw - Hill book, 1960.cap. 12. p. 232-76

37. TISDALE, Samuel,L. & NELSON, Werner,L. " Soil fertility and fertilizers" 2. ed. USA, Macmillan, 1965, 694 p.

38. VALENCIA,A. German. La deficiência de boro en el cafeto y su control. Cenicafé, Chinchiná, Colombia, 15(3):115-25, jul/set. 1964.

39. ZIMMERMAN, Miryan, Magnezium in plants. Soil Science,Maryland, 63(1):1-12, jan. 1947.

APÊNDICE 1

Teor médio de magnésio nas folhas do cafeeiro na primeira época de amostragem; Varginha - MG

Mg \ B.Zn	B_oZn_o	B_1Zn_o	B_oZn_1	B_1Zn_1	Total Mg
0	0,440	0,476	0,450	0,410	1,776
1	0,538	0,510	0,596	0,580	2,224
Total B. Zn	0,978	0,986	1,046	0,990	4,000

APÊNDICE 2

Teor médio de boro nas folhas do cafeeiro na primeira época de amostragem; Varginha - MG

B \ Mg.Zn	Mg_oZn_o	Mg_1Zn_o	Mg_oZn_1	Mg_1Zn_1	Total B
0	40,6	53,4	55,6	48,6	198,2
1	159,4	114,2	143,0	141,6	558,2
Total Mg.Zn	200,0	167,6	198,6	190,2	756,4

APENDICE 3

Teor médio de boro nas folhas do cafeeiro na segunda época de amostragem; Varginha - MG.

B \ Mg.Zn	Mg_oZn_o	Mg_1Zn_o	Mg_oZn_1	Mg_1Zn_1	Total B
0	205,8	217,2	168,8	179,6	771,4
1	326,0	266,0	204,0	329,6	1125,6
Total Mg.Zn	531,8	483,2	372,8	509,2	1897,0

APÊNDICE 4

Teor médio de zinco nas folhas do cafeeiro na primeira época de amostragem; Varginha - MG.

Zn \ B.Mg	B_oMg_o	B_1Mg_o	B_oMg_1	B_1Mg_1	Total Zn
0	26,0	24,0	29,2	30,2	109,4
1	34,4	45,4	31,8	35,8	147,4
Total B.Mg	60,4	69,4	61,0	66,0	256,8

APÊNDICE 5

Teor médio de zinco nas folhas do cafeeiro na segunda época de amostragem ; Varginha - MG

Zn \ B. Mg	B_oMg_o	B_1Mg_o	B_oMg_1	B_1Mg_1	Total Zn
0	39,2	37,4	45,2	35,8	157,6
1	44,8	42,0	44,0	43,4	174,2
Total B.Mg	84,0	79,4	89,2	79,2	331,8

APÊNDICE 6

Produção total de café no período 1975/1977 do experimento de adubação. Varginha - MG

Mg \ B.Zn	B_oZn_o	B_1Zn_o	B_oZn_1	B_1Zn_1	Total Mg
0	11.152,0	15.810,0	11.543,0	9.248,0	47.753,0
1	15.317,0	16.311,5	12.928,5	15.181,0	59.738,0
Total B. Zn	26.469,0	32.121,5	24.471,5	24.429,0	107.491,0