

## TEORES FOLIARES DE MICRONUTRIENTES EM CAFÉ CONILON CORRIGIDO COM CALCÁRIO E RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Natiélia Oliveira Nogueira<sup>1</sup>, Marcelo Antonio Tomaz<sup>2</sup>, Felipe Vaz Andrade<sup>3</sup>, Sebastião Vinícius Batista Brinate<sup>4</sup>,  
Amarilson de Oliveira Candido<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre-ES, natielia\_nogueira@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, Dep. de Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre-ES, tomaz@cca.ufes.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Dep. de Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre-ES, felipe@cca.ufes.br

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre-ES, svbbrinate@hotmail.com.

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre-ES, amarilsonoc@hotmail.com.

**RESUMO:** A utilização de resíduos industriais em sistemas de produção agrícola constitui-se numa alternativa altamente interessante do ponto de vista econômico e ambiental. A utilização desses resíduos como corretivos de acidez do solo pode influenciar na absorção de nutrientes pela planta. O objetivo deste estudo foi avaliar os teores dos micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco na folha de café Conilon, submetidos a diferentes doses de calcário, escória de siderurgia, óxido de magnésio e resíduo de mármore. O experimento foi desenvolvido em uma lavoura de café Conilon na Fazenda Feliz Lembrança, localizada no Município de Alegre-ES. O delineamento experimental foi instalado em blocos casualizados, com distribuição fatorial de 4 x 5, com três repetições, contendo quatro tipos de materiais corretivos de acidez (calcário dolomítico, escória de siderurgia, óxido de magnésio e resíduo de mármore) e cinco níveis de doses de materiais corretivos (0, 30, 60, 90 e 120 % da dose recomendada de calagem). Foram realizadas coletas das folhas do cafeeiro após 90 dias da aplicação dos tratamentos para determinação dos teores de cobre, ferro, manganês e zinco. Os resultados mostraram que os teores dos micronutrientes cobre, ferro e manganês foram semelhantes com a utilização da escória de siderurgia, óxido de magnésio e calcário.

**Palavras-Chave:** *Coffea canephora*, corretivos de solo, nutrição.

## LEVELS OF MICRONUTRIENTS IN CONILON COFFEE LEAVES CORRECTED WITH LIME AND INDUSTRIAL WASTE

**ABSTRACT:** The use of industrial wastes in agricultural production systems constitutes a very interesting alternative from the standpoint of economic and environmental. The use of waste such as soil acidity correctives can influence the absorption of nutrients by plant. The objective of this study was to evaluate the levels of micronutrients such as copper, iron, manganese and zinc in the coffee Conilon leaf, subjected to different rates of lime, slag, magnesium oxide and residual marble. The experiment was carried out in a Conilon coffee plantation at a farm called Fazenda Feliz Lembrança, located in the municipality of Alegre-ES. The experimental design was carried out in intrablocks, with factorial distribution 4 x 5 with three replications of four types of acidity corrective materials (lime, slag, magnesium oxide and residual marble) and five dose levels of corrective materials (0, 30, 60 and 120% of recommended dose of lime). The collections were made from coffee leaves after 90 days of treatment application to determine the levels of copper, iron, manganese and zinc. The results showed that levels of micronutrients; copper, iron and manganese were similar to the use of slag, magnesium oxide and limestone.

**Key words:** *Coffea canephora*, soil treatment, nutrition.

## INTRODUÇÃO

A correção da acidez do solo é uma prática necessária na maior parte dos solos do território brasileiros. A aplicação de corretivos em solos ácidos eleva o pH, aumenta as cargas negativas no complexo de troca e diminui a solubilidade do alumínio (Ernani et al., 2000).

No Estado do Espírito Santo, a maioria das lavouras de café está implantada em solos caracterizados como ácidos e com baixa reserva de nutrientes. Esse fato pode ser explicado pelo processo de formação desses solos, que em condições de temperaturas elevadas e regime hídrico intenso, promoveu alto índice de intemperismo, o que ocasionou elevada lixiviação de bases (Luchese et al., 2002), consequência também do manejo desses solos, exposição do solo ao impacto de gota de chuva e exportação de nutrientes.

A modificação química do solo altera a disponibilidade dos micronutrientes, a aplicação de grandes quantidades de calcário pode causar um novo equilíbrio dos íons na solução do solo em detrimento dos micronutrientes e, conseqüentemente, reduzir a absorção desses pelas plantas (Lindsay, 1991, citado por Moreira et al., 2003). De acordo com Kinniburgh et al. (1976), quando o ambiente tende à neutralidade, a disponibilidade destes elementos diminui, tendo em vista o favorecimento da formação de óxidos dos cátions divalentes e a formação de complexos de superfície (adsorção) desses cátions com sesquióxidos de ferro e de alumínio do solo.

Atualmente existem outros materiais corretivos como os resíduos industriais que possuem propriedades corretivas da acidez do solo. De acordo com Prado e Fernandes (2001) quando se utiliza a escória de siderurgia como material corretivo, o aspecto da redução da disponibilidade dos micronutrientes no solo é minimizado, devido à presença desses elementos na constituição química da escória. Outros materiais corretivos como o óxido de magnésio que é obtido da calcinação da Magnesita ( $MgCO_3$ ) e o resíduo de mármore que é um produto adquirido do beneficiamento de matérias minerais, apresentam potencial de utilização na cultura do café, como correção de acidez do solo e fornecimento de nutrientes.

Um aspecto de interesse com vista à preservação ambiental é o manejo adequado desses resíduos, reciclando esses resíduos e obtendo efeito favorável desse material na reação do solo e no fornecimento de micronutrientes. Assim, a destinação dos resíduos industriais no Brasil é motivo de preocupação das autoridades e órgãos ambientais, seja devido às quantidades que vem sendo gerado, principalmente como resultado da elevada concentração industrial em algumas regiões do país, seja pela carência de instalações e locais adequados para o tratamento e destino final desses resíduos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de calcário, escória de siderurgia, óxido de magnésio e resíduo de mármore nos teores dos micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco nas folhas do café Conilon.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma lavoura de café Conilon cultivada no espaçamento de 2,50 x 1,20 m com oito anos de idade, localizada na Fazenda Feliz Lembrança no Município de Alegre-ES. O clima predominante na região é do tipo Cwa (clima subtropical, quente e úmido no verão e seco no inverno), conforme classificação de Köppen.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados com três repetições, em arranjo fatorial 4 x 5, contendo quatro materiais corretivos de acidez (calcário dolomítico, escória de siderurgia, óxido de magnésio e resíduo de mármore) e cinco níveis de doses de materiais corretivos (0, 30, 60, 90 e 120 % da dose recomendada de calagem). A parcela experimental foi composta por seis plantas de café.

As doses dos materiais corretivos foram calculadas e aplicadas na superfície do solo na projeção da saia do cafeeiro de acordo com os tratamentos previamente estabelecidos. As doses foram definidas utilizando-se o método da elevação da saturação por bases, com a elevação da saturação de bases para 60%, conforme sugerido por Prezotti et al. (2007).

Para os corretivos óxido de magnésio e resíduo de mármore, foi adicionado gesso agrícola, com o objetivo de igualar a relação cálcio: magnésio em 3:1 existente nos demais corretivos. A análise dos materiais corretivos utilizados está apresentada na Tabela 01.

**Tabela 1** - Características químicas dos corretivos utilizados

Parâmetros	Calcário	Escória de Siderurgia	Óxido de Magnésio	Resíduo de Mármore
Óxido de cálcio (%)	33,60	32,00	-	26,88
Óxido de magnésio (%)	9,58	10,75	53,0	20,00
Poder de neutralização <sup>1</sup>	89,05	83,84	195,0	95,75
Eficiência Relativa (%) <sup>2</sup>	93,92	71,01	100	97,85
PRNT (%) <sup>3</sup>	83,64	59,53	195,0	93,69

<sup>1</sup> Poder de neutralização:  $\%CaO \times 1,79 + \%MgO \times 2,48$ ; <sup>2</sup> Eficiência relativa:  $[(A \times 0,0) + (B \times 0,2) + (C \times 0,6) + (D \times 1,0)]/100$ , sendo A, B, C = % de corretivo que fica retido, respectivamente, nas peneiras nº 10, 20 e 50, e D = % de corretivo que passa na peneira nº 50; <sup>3</sup> PRNT = PN x ER / 100.

As doses dos materiais corretivos foram calculadas e aplicadas na superfície do solo na projeção da saia do cafeeiro de acordo com os tratamentos previamente estabelecidos. Decorridos 90 dias da aplicação dos tratamentos foi realizado análise química dos teores dos micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco da folha do cafeeiro de acordo com Silva (1999).

Os dados foram submetidos aos testes preliminares para verificação da normalidade (Teste de Lilliefors) e homogeneidade de variância (Teste de Bartlett). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ), quando significativos foi utilizado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software "R" versão 2.11.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os valores do quadrado médio do resíduo e a significância destes para os micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco da folha do cafeeiro Conilon, nota-se que ocorreram diferenças significativas para os corretivos quando estudados os teores de cobre, ferro e zinco (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores do quadrado médio dos corretivos (Cor.), das doses (Dos.), da interação entre esses fatores (Cor. x Dos.) e coeficiente de variação (CV) das fontes de variação em estudo, obtidos pela Análise de Variância

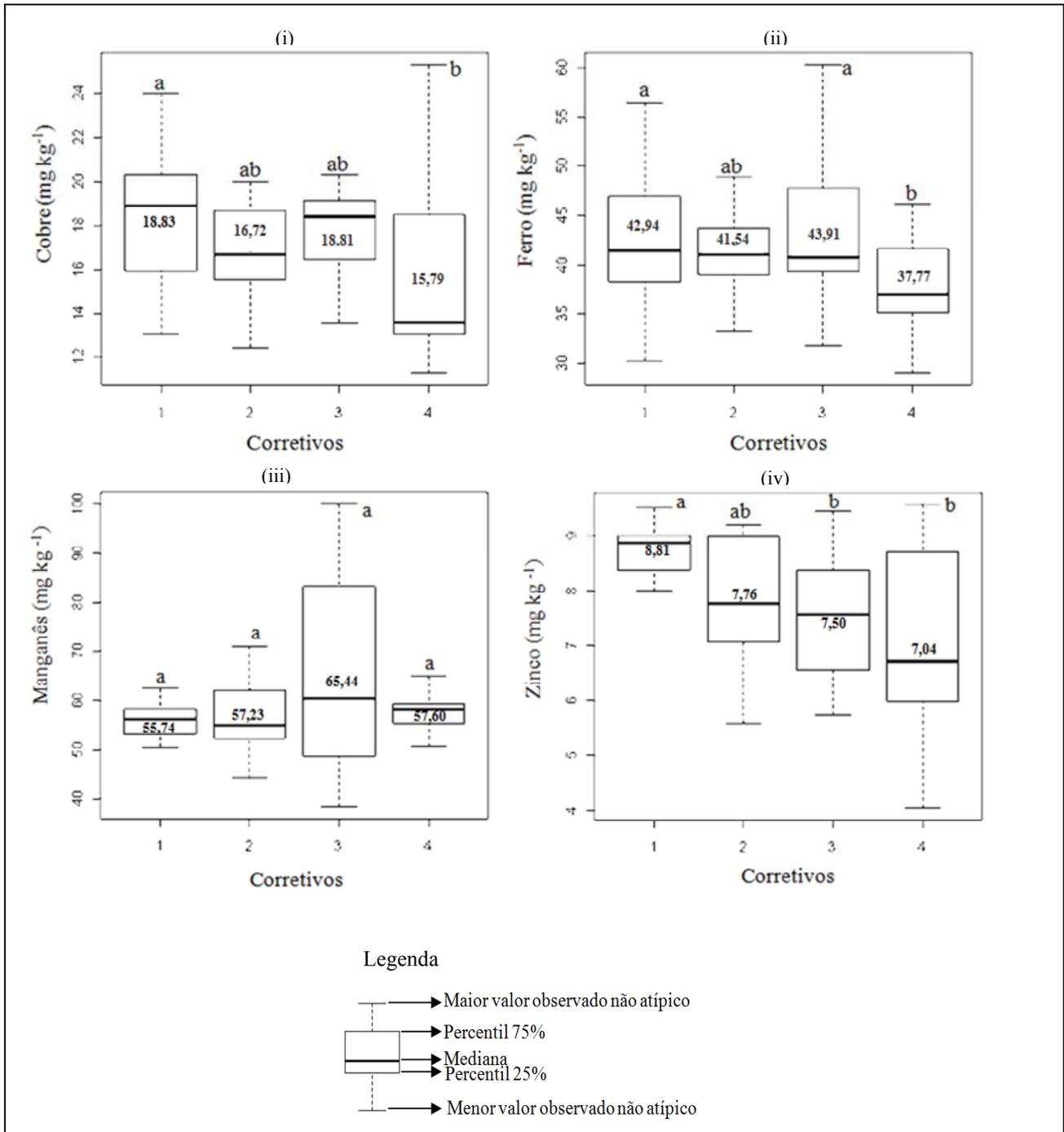
FV	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
(Bloc.)	4,52 <sup>ns</sup>	451,93 <sup>ns</sup>	262,51 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>
(Cor.)	26,20*	108,78*	282,03 <sup>ns</sup>	8,38*
(Dos.)	13,92 <sup>ns</sup>	32,48 <sup>ns</sup>	106,68 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>
(Cor. x dos.)	9,91 <sup>ns</sup>	29,18 <sup>ns</sup>	64,62 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>
C.V. (%)	17,92	11,84	19,49	15,89

\*significativo a 5% pelo Teste F; <sup>ns</sup> não significativo

Ao estudar os teores foliares em função dos corretivos, verificou-se que os maiores teores de cobre e ferro (Figura 1i e 1ii) ocorreram com a aplicação de calcário, escória de siderurgia e óxido de magnésio. Os maiores teores de zinco (Figura 1iv) foram encontrados quando utilizados os corretivos calcário e escória. Entretanto, quando avaliado os teores de manganês (Figura 1iii), nota-se que não ocorreram diferenças significativas entre os corretivos avaliados.

A similaridade dos efeitos da escória e do calcário relacionados aos micronutrientes avaliados tem sido observada em outros estudos. Prado et al. (2002) observaram que a escória de siderurgia propiciou um efeito favorável no fornecimento e disponibilidade de zinco, cobre, manganês e zinco na cultura da goiabeira. Piau (1995) e Aciolly et al. (2000) obtiveram resultados semelhantes quando estudaram os efeitos da escória de siderurgia na cultura do milho.

O efeito do óxido de magnésio foi considerado semelhante aos demais corretivos para os teores de cobre, ferro e manganês, fato este que demonstra a potencialidade de utilização do óxido de magnésio comparado ao calcário para esta finalidade.



**Figura 1** - Distribuição dos teores dos micronutrientes cobre (i), ferro (ii), manganês (iii) e zinco (iv) em folha de café Conilon em lavoura corrigida com calcário (1), escória de siderurgia (2), óxido de magnésio (3) e resíduo de mármore (4). Médias (valores dentro das caixas) acompanhadas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

## CONCLUSÕES

Os teores dos micronutrientes cobre, ferro e manganês da folha do café Conilon foram semelhantes com a utilização da escória de siderurgia, óxido de magnésio e calcário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, A.M.A.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A.; FAQUIN, V.; GUEDES, G.A.A. Pó de forno elétrico de siderurgia como fonte de micronutrientes e de contaminantes para plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35,n.7, p.1483-1491, 2000.

- ERNANI, P.R.; NASCIMENTO, J.A.L.; CAMPOS, M.L. Influencia da combinação de fósforo e calcário no rendimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.3, p.537-544, 2000.
- KINNIBURG, D.G.; JACKSON, M.L., SYERS, J.K. Adsorption of alkaline earth transition, and heavy metal cations by hydrous oxide gels of iron and aluminum. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.40, p.796-799, 1976.
- LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002. 182p.
- MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; HEINRICH, R.; TANAKA, R.T. Influência do magnésio na absorção de manganês e zinco por raízes destacadas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 95-101, 2003.
- PIAU, W.C. **Efeitos de escória em atributos químicos de solos e na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1995. 124f. Tese (Doutorado), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M; Resposta da cana-de-açúcar à aplicação da escória como corretivo de acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.1, p.201-209, 2001.
- PRADO, R. M., CORREA, M. C. M., CINTRA, A. C. O. 2002. Liberação de micronutrientes de uma escória aplicada em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.536-542.
- PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5ª aproximação**. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.
- R Foundation. **The R Foundation for Statistical Computing** [internet]. Disponível em <http://www.r-project.org>. Acesso em 2010.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 1999. 370 p.