

TEORES DE FERRO, MANGANÊS E COBRE NO CAFEIEIRO RECEPADO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE P₂O₅

Marcelo BREGAGNOLI¹; Joedson Corrêa SOARES²; Luiz Augusto GRATIERI³; Roseli dos Reis GOULART⁴; Bruno Ferreira SILVA⁵; Lilian Maria POLI⁶

¹Professor, D.Sc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, mbrega@eafmuz.gov.br

²Tecnólogo, COOPARAÍSO, São Sebastião do Paraíso, MG.

³Professor, M.Sc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, luisgratieri@yahoo.com.br

⁴Professora, M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, roseli@eafmuz.gov.br

⁵Tecnólogo, Paraguaçu, MG.

⁶Aluna do curso Tecnólogo em Cafeicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, lilpoli2004001@yahoo.com.br

RESUMO: A nutrição das plantas é algo relevante dentro do sistema agrícola, pois existem diversos parâmetros para serem seguidos, isto gera inúmeras dúvidas acerca do fornecimento de nutrientes às plantas. O trabalho teve o objetivo de quantificar a influência de doses crescentes de P₂O₅ sobre o teor foliar e no solo dos micronutrientes (Fe, Cu e Mn). O experimento foi realizado na Fazenda Grama, município de Guaxupé (MG), utilizando a variedade Mundo Novo IAC 379-19 com 44 anos, recepado, espaçamento 4 X 1,5, plantio em cova (2 plantas por cova), o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos: T1 = 0 kg P₂O₅ ha⁻¹; T2 = 53,3 kg P₂O₅ ha⁻¹ (200 g cova⁻¹ de Termosfosfato); T3 = 106,5 kg P₂O₅ ha⁻¹ (400 g cova⁻¹ de Termosfosfato); T4 = 213 kg P₂O₅ ha⁻¹ (800 g cova⁻¹ Termosfosfato); T5 = 426 kg P₂O₅ ha⁻¹ (1600 g cova⁻¹ de Termosfosfato); T6 = 852 kg P₂O₅ ha⁻¹ (3200 g cova⁻¹ de Termosfosfato); T7 = 1704 kg P₂O₅ ha⁻¹ (6400 g cova⁻¹ de Termosfosfato); T8 = 400 kg P₂O₅ ha⁻¹ (1333 g cova⁻¹ de Superfosfato Simples), em quatro repetições por tratamento. As análises dos teores foliares foram realizadas nos dias 03-03-2008 e 13-10-2008, 120 e 350 dias após aplicação (daa) dos fertilizantes. As análises de solo de 0-10 e 10-20 cm foram realizadas no dia 16-11-2008, 300 daa. Com base nos resultados foi possível verificar que as altas doses de P na formas de Termosfosfato e Superfosfato Simples diminuem o teor foliar de Fe e que as doses crescentes de P, não afetaram os teores foliares de Cu e Mn.

Palavra-chave: *Coffea arabica*, adubação fosfatada; micronutrientes; absorção.

LEVELS OF IRON, MANGANESE AND COPPER IN COFFEE RECEPTION FOR DIFFERENT DOSES OF P₂O₅

ABSTRACT: The plant nutrition is important within the agricultural system, because there are several parameters to be followed, this creates many questions about the supply of nutrients to the plants. The study aimed to quantify the effect of increasing doses of P₂O₅ on the content of leaf and soil micronutrients (Fe, Cu and Mn). The experiment was conducted at Fazenda Grama, Guaxupé (MG), using a variety Mundo Novo IAC 379-19 with 44 years, recep, spacing 4 X 1.5, in planting hole (2 plants per hole), the experimental design was a randomized block with eight treatments (T1 = 0 kg P₂O₅ ha⁻¹; T2 = 53.3 kg P₂O₅ ha⁻¹ (200 g pit⁻¹) - Termosfosfato; T3 = 106.5 kg P₂O₅ ha⁻¹ (400 g pit⁻¹) - Termosfosfato; T4 = 213 kg P₂O₅ ha⁻¹ (800 g pit⁻¹) - Termosfosfato; T5 = 426 kg P₂O₅ ha⁻¹ (1600 g pit⁻¹) - Termosfosfato; T6 = 852 kg P₂O₅ ha⁻¹ (3200 g pit⁻¹) - Termosfosfato; T7 = 1704 kg P₂O₅ ha⁻¹ (6400 g pit⁻¹) - Termosfosfato; T8 = 400 kg P₂O₅ ha⁻¹ (1333 g-pit⁻¹) - Single Superphosphate), with four replications. The analysis of foliar levels were carried out on 03-03-2008 and 13-10-2008. The analysis of soil of 0-10 cm and 10-20 cm were held on 16-11-2008. Based on the results of this study is possible to note that high doses of P reduced the leaf content of Fe and that the doses increased from P did not affect the content of copper leaf.

Key word: *Coffea arabica*, phosphate fertilizers; micronutrients; absorption.

INTRODUÇÃO

Em solos altamente intemperizados, a baixa fertilidade natural requer a adubação corretiva para a maioria dos cultivos comerciais. Nessas condições, os solos podem funcionar muito mais como dreno do que propriamente como fonte de micronutrientes para as plantas. A nutrição do cafeieiro não é fácil, pois trata-se de uma cultura perene e sua produção econômica ocorre após quatro anos pós-plantio. Outra razão é que, para se obter uma resposta concreta, o experimento tem de ser avaliado por vários anos consecutivos.

O fósforo (P) é um elemento fundamental ao desenvolvimento dos vegetais tomando parte na formação de lipídeos; relaciona-se com a formação de ATP; com a transcrição gênica; formação de raízes; pagamento de florada e;

regulador de maturação (MALAVOLTA, 2006). A deficiência de P pode influir em diversos atributos, inclusive na qualidade pós-colheita a exemplo da bebida (MALAVOLTA, 1981).

Na solução do solo em condições oxigenadas, o Fe (ferro) está na forma de Fe_2O_3 e complexos ligantes. Quando há muita matéria orgânica, surge Fe na solução como complexos como ácido cítrico, málico e oxálico e; fenóis, formando complexos solúveis, que são liberados na decomposição, aumentando assim a mobilidade e a disponibilidade do elemento (FAGERIA, et. al. 2002) e na fase lábil mostra Fe^{+2} . Em condições anaeróbicas (várzeas, arroz inundado) dá-se a redução do Fe^{+3} na seqüência termodinâmica. O Fe participa do processo respiratório; necessário para formação da clorofila e redução de citocromos e ferredoxinas. A deficiência de no cafeeiro tende a formar grãos de âmbar (*amber beans*) (MOURÃO FILHO, 1994). No cafeeiro a aplicação é comum via foliar na fase de viveiro (MATIELLO, 2006).

O Cobre (Cu) ocorre na natureza como sulfetos, sulfatos, e sais diversos. Em condições redutoras, pode aparecer na forma metálica (BAKER, 1993). As folhas apresentam 70% do Cu nos cloroplastos como proteínas complexas representadas pela plastocianina. Esta participa do fluxo de elétrons na fase luminosa da fotossíntese, fazendo a ligação entre dois fotossistemas, participando da fase escura da fotossíntese, ativando a carboxilase de ribulose de fosfato, responsável pela entrada de CO_2 em composto orgânico (RICHTER, 1993). Exerce função na fotossíntese; formação da lignina; efeito tônico na maturação (uniformidade) e sais de Cu aplicados no cafeeiro, auxiliam o controle da ferrugem (efeito fungistático), devido a maior persistência das folhas e a maturação mais uniforme dos frutos e a síntese de lignina (resistência à entrada do patógeno). É o chamado efeito tônico explicado por uma inibição na produção de etileno que, está implicado no processo da senescência (PASCHOLATTI et al. 1986, LIDON et al., 1995). Nos grãos de café cru existe relação direta entre a atividade da polifenoloxidase e a qualidade da bebida (AMORIM; SILVA, 1968).

A essencialidade do manganês (Mn) foi demonstrada para fungos (1863), plantas superiores (1923) e para animais em (1931) (MALAVOLTA et. al, 1985). Muitas enzimas que atuam na glicólise e no ciclo do ácido cítrico são ativadas pelo Mn (deshidrogenases, quinases, descarboxilases) embora, como já mencionado, a exigência possa não ser absoluta. (BURNELL, 1988).

O Mn é o segundo micronutriente mais exigido pelas culturas (depois do Fe) A causa mais comum da deficiência de Mn nas condições brasileiras, se deve a elevação do pH pela calagem excessiva ou pela má distribuição do calcário (MALAVOLTA, 1997). O Mn é o micronutriente que mais se acumula nas flores do cafeeiro *Coffea arabica*, especialmente nas variedades Mundo Novo e Catuaí. O Cu, Mn e Zn e outros metais pesados podem induzir a deficiência por inibição competitiva (MENGEL, 1994).

O trabalho teve o objetivo de quantificar a influência de doses crescentes de P_2O_5 sobre o teor foliar e do solo dos micronutrientes catiônicos Fe, Cu e Mn.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2007 a outubro de 2008, na Fazenda Grama, município de Guaxupé - MG, cujas coordenadas são: -21° 17' 05" (latitude) e 46° 38' 41" (longitude) e 988 m de altitude. O clima da região na safra 2007/08*, no período do outono/inverno (maio a setembro), apresentou temperatura média de 19,1° e precipitação 24,4 mm, na primavera/verão a temperatura média foi 26,5° e precipitação de 1406 mm. O solo é um Latossolo Vermelho Eutrófico, declividade de 3% e elevado teor de argila (48%). Na Tabela 2 encontram-se os resultados da análise de solo realizada em diferentes profundidades (0-10, 10-20 e 20-40 cm) na área, antes da instalação do experimento.

Tabela 1 – Resultados da análise de solo na área experimental

	pH	M.O.	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	Zn	Fe	Mn	Cu	B
cm	H_2O	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
0-10	6,2	3,28	20,1	145	5,4	1,3	0,0	2,5	7,0	9,6	74	6,0	24	46	3,9	0,62
10-20	6,0	2,87	11,3	123	4,9	1,4	0,0	2,5	6,6	9,1	73	3,7	27	37	4,3	0,50
20-40	5,6	1,75	5,9	90	3,1	0,9	0,1	2,7	4,2	6,9	61	2,3	34	29	3,5	0,64

A variedade de café utilizada foi o Mundo Novo IAC 379-19, com 44 anos de plantio, espaçamento de 4,0 x 1,5 m, recém-recepaço (29/08/2007), mantendo-se de 4 a 5 brotos por cova e cada cova na maioria com 2 plantas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições, com a aplicação (adubação) dos tratamentos ocorrendo no dia 13/11/2007. As parcelas experimentais foram constituídas por 6 plantas, para análises utilizou-se as 4 plantas centrais. Os tratamentos utilizados foram de acordo com a dosagem de P_2O_5 e fonte, sendo:

1. T1 = 0 kg P_2O_5 ha⁻¹;
2. T2 = 53,3 kg P_2O_5 ha⁻¹ (200 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
3. T3 = 106,5 kg P_2O_5 ha⁻¹ (400 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
4. T4 = 213,0 kg P_2O_5 ha⁻¹ (800 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
5. T5 = 426,0 kg P_2O_5 ha⁻¹ (1600 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
6. T6 = 852,0 kg P_2O_5 ha⁻¹ (3200 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
7. T7 = 1704,0 kg P_2O_5 ha⁻¹ (6400 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);

8. T8 = 400 kg P₂O₅ ha⁻¹ (1333 g cova⁻¹) - fonte Superfosfato Simples (Bunge);

A composição química do Termofosfato (TF) da empresa Mitsui com nome comercial Yoorin Máster 1 S é 16,0% P₂O₅ total (12,0% solúvel em ácido cítrico), 16,0% Ca; 6,0% Mg; 6,0% S; 0,1% B; 0,05% Cu; 0,15% Mn; 0,55% Zn e; 9,0% Si. A composição química do Superfosfato Simples (SFS) utilizado é 18% P₂O₅ solúvel em ácido cítrico; 18% Ca e; 14% S.

Procedeu-se a capina das parcelas por meio de enxada na linha e roçada mecanizada na entrelinha. Para controle do bicho mineiro (*Leucoptera coffella*), foi feito à aplicação de 2 kg ha⁻¹ de Thiamethoxam (Actara 250 WG), principal praga do cafeeiro na região. A desbrota ocorreu nos dias 04/01 e 16/09 de 2008 deixando-se somente as hastes principais - 4 a 5 brotos por cova.

Foram analisados os teores foliares dos nutrientes concentrados nos tecidos, utilizando-se folhas representativas da parcela, num total de 25 folhas por tratamento, realizado no dia 13/03 e 28/10/2008. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho (MG) para determinação dos teores dos nutrientes. A lavagem se deu em três etapas: água + detergente; água e; água deionizada. Em seguida foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar à 65°C por 48 horas e moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1,0 mm. A digestão das amostras foi nitro-perclórica para todos os elementos, exceto N e B via catalítica e via seca, respectivamente (SARRUGE; HAAG, 1974). Os métodos empregados foram: K (espectrometria de chama); P (colorimetria do metavanadato); S (turbidimetria do sulfato de bário); Ca, Mg, Zn, Cu, Mn e Fe (espectrofotometria de absorção atômica); B (colorimetria da azometina-H) e N (semimicro-Kjeldahl), descritos por Malavolta et al., (1997).

Foi realizada a coleta das amostras de solo de cada tratamento para análise, no dia 16/09/2008 nas profundidades de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm em cada parcela. As amostras foram colocadas para secar ao ar e à sombra e, passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura (TFSA). Os métodos empregados para analisar as amostras foram os seguintes (EMBRAPA 1997): pH em H₂O; Carbono orgânico: Método Walkley & Black (via úmida com dicromato de K); Ca, Mg, Acidez trocável: Método KCL 1mol L⁻¹; Acidez potencial: Método SMP; P, K, Zn, Mn, Fe, Cu - disponível: Método Mehlich (Extrato Sulfúrico); S - disponível: Método Hoefl et al. (Ba CL₂); B - disponível: Método água quente. As análises estatísticas foram realizadas pelo software SISVAR 1999/2007, versão 5.0 da Universidade Federal de Lavras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as condições experimentais, foi observado nos tratamentos 4, 5, 6 e 7 um aumento nos teores de Fe na camada de 0 a 10 cm do solo. Embora os mesmos não diferiram estatisticamente entre si. Esses valores justificam-se em função da alta concentração de FeO na composição do termofosfato.

Tabela 2 – Concentrações de Fe, Mn e Cu em duas profundidades de solo aos 300 dias após aplicação (daa) em cafeeiro recepado sob diferentes doses de P₂O₅ (Termofosfato) e Superfosfato Simples. Guaxupé (MG), 2008

Tratamentos	Fe		Mn		Cu	
	<i>mg dm⁻³</i>					
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
	<i>cm</i>					
T1 (0 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	51,0 b	50,65 a	12,93 b	10,45 a	4,04 a	2,49 a
T2 (53,3 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	67,0 b	70,15 a	14,65 b	16,68 a	4,81 a	3,51 a
T3 (106,5 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	61,8 b	54,33 a	22,43 b	11,88 a	4,86 a	2,93 a
T4 (213 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	247,5 ab	77,13 a	69,43 a	12,05 a	5,95 a	3,26 a
T5 (426 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	281,2 ab	78,28 a	63,43 a	16,88 a	4,49 a	2,75 a
T6 (852 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	593,2 a	100,1 a	98,50 a	19,55 a	4,88 a	3,35 a
T7(1704 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	530,2 ab	93,18 a	71,63 a	15,90 a	4,95 a	3,38 a
T8 (400 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – SFS	41,8 b	41,50 a	17,40 b	8,45 a	4,63 a	2,88 a

C.V.% Fe: 126,98 (0-10 cm); C.V.% Mn: 54,91 (0-10 cm); C.V.% Cu: 41,81 (0-10 cm);

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan.

As concentrações de Mn aumentaram conforme o aumento das doses aplicadas de termofosfato a 0,15%Mn, para a camada de 0-10 cm de profundidade (Tabela 2). Os tratamentos 4, 5, 6 e 7 apresentaram maiores concentrações de Mn os, mais não diferiram estatisticamente entre si. A amplitude de variação para o Mn nos solos brasileiros é muito grande (MALAVOLTA et al., 1977) e com excesso de calagem lugares que apresentavam toxidez de Mn hoje mostram deficiência. Altos teores de Mn reduzem a absorção de Fe e vice-versa (MALAVOLTA, 2006).

Com a aplicação de altas doses de P no solo, as concentrações de, N, Ca, Mg, B e Mo tendem a aumentar, provocando a diminuição dos teores de K, Cu, Fe, Mn e Zn, causando um desequilíbrio nutricional na planta (MALAVOLTA, 2006).

Altas concentrações de Fe podem causar no futuro uma deficiência induzida de Mn.

As concentrações de Cu nas diferentes profundidades não diferiram estatisticamente. Isto pode ter ocorrido porque o Cu está mais envolvido com o teor de matéria orgânica, e esta, por sua vez, fixa o Cu em complexos de alta

estabilidade, induzindo sua deficiência (MALAVOLTA, 2006). O mesmo autor avalia que as altas concentrações de P induz à carência de Cu, mas somente quando o quociente Cu/P for menor que o correspondente ao nível crítico. Isto não ocorreu neste trabalho porque todos os níveis estavam acima, (Tabela 2) de 1,5 mg dm⁻³ como recomenda Malavolta (1993).

Para as análises de 10-20 cm de profundidade os teores de Fe, Mn e Cu não diferenciaram estatisticamente em todos os tratamentos aplicados. Isto mostra a baixa mobilidade de P no solo.

Aos 120 daa os teores foliares de Fe, Mn e Cu não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

Tabela 3 – Teores foliares de Fe, Mn e Cu em brotos de cafeeiro recepado, em duas épocas de avaliação, sob diferentes doses de P₂O₅ (Termofosfato) e Superfosfato Simples. Guaxupé (MG), 2008

Tratamentos	Fe		Mn		Cu	
	<i>mg kg⁻¹</i>					
	120	350	120	350	120	350
	<i>daa</i>					
T1 (0 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	35,87a	114,0a	39,80a	125,5a	6,42a	15,67a
T2 (53,3 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	37,07a	90,22ab	55,43a	90,60ab	6,92a	12,75a
T3 (106,5 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	32,82a	85,17 b	48,68a	91,12ab	4,75a	14,25a
T4 (213 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	30,32a	90,20ab	31,43a	74,45 b	7,20a	12,57a
T5 (426 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	36,05a	86,35 b	45,95a	116,4a	5,00a	12,10a
T6 (852 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) – TF	31,35a	84,95 b	42,38a	94,25ab	7,15a	11,67a
T7(1704 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) -TF	32,85a	93,45ab	39,80a	111,5a	7,40a	11,32a
T8(400 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)-SFS	32,90a	79,87 b	47,03a	124,0a	4,20a	11,42a

C.V.% Fe: 21,12; Mn: 37,01; Cu: 29,27 (120 daa); Fe: 17,41; Mn: 23,55; Cu: 22,92 (350 daa)

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan

Os teores de Fe nas duas avaliações foliares, estão na faixa ideal do elemento que é menor 50 mg kg⁻¹, assim como os teores de Mn aos 120 daa não encontram-se na faixa 100 – 200 mg kg⁻¹, Malavolta (1993).

Os teores de Cu aos 120 daa encontram-se fora da faixa ideal que é de 8,0-16 mg kg⁻¹, segundo Malavolta (1993).

Pode-se avaliar que houve um menor valor aos 120 daa para todos os elementos, isto está diretamente ligado à época em que foi realizada a análise, mês de março, quando a planta encontrava-se em intensa atividade metabólica, ou seja, a demanda por nutrientes foi muito alta, efeito de diluição.

Observou-se que os valores de Fe encontrados no solo não segue a mesma dinâmica na planta, fato que foi confirmando por Malavolta (2006), que altos teores de P pode induzir à deficiência de Fe. No entanto aos 350 daa os tratamentos 2, 4 e 7 também permaneceram dentro dos teores adequados que é de 90-180 mg kg⁻¹ Malavolta(1993).

Os teores de Cu avaliados aos 120 e 350 daa encontram-se abaixo e dentro da faixa ideal respectivamente, que é de 8-16 mg kg⁻¹(MALAVOLTA,1993).

CONCLUSÕES

Com base nos resultado deste trabalho é possível notar que, altas doses de P diminuem o teor foliar de Fe e que as doses crescentes de P não afetaram o teor foliar de Cu.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio e à Mitsui fertilizantes pelo fornecimento do Termofosfato Yoorin.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, H.V.; SILVA, D. M. Relação de atividade de polifenoxidase do grão de *Coffea arabica* L. com a qualidade da bebida. **Boletim Técnico Científico**, Piracicaba, n.31, 1968. 35p.
- ANDRADE, V.M.M. 1973. **Influência do Cobre no Crescimento, Morfologia e Anatomia da Folha e na composição Mineral do Cafeeiro**.1993,72 f .Universidade Estadual de São Paulo. Tese (Doutorado). FCA/UNESP. Jaboticabal.
- BAKER, D. E. C. **Heavy metals in soils**. London: Blackie & Sons Ltd., p. 151–176, 1990.
- BURNELL, J. N. The biochemistry of manganese in plants. In: GRAHAM, R. D.; HANNAM, R. J.; UREN, N. C. (Ed.). **Manganese in soils and plant**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. p. 125-137.
- EMBRAPA...
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR R.B. CLARK. Micronutrientes in crop Production. **Adv.Agronomy**, v.77, p.185-268, 2002.
- LIDON, F.C.; BARBEIRO, M. G.; HENRIQUES, F.S. Interactions Between biomass production and ethylene

biosynthesis in copper Treated rice. **Journal Plant Nutrition**, Nova Iorque, v.16, n.6, p.1301-1414, 1995.

LINDSAY, W.L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In :Micronutrient in Agriculture, **Soil Sci. Soc. America**, Inc. Madison, 1972, p. 41-58.

MALAVOLTA, E.; NEPTUNE, A.M.L. **Studies on the placement of Fertilizer phosphorus in tropical crops. Phosphorus in agriculture** . 1977, 97p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1981. 596p.

MALAVOLTA, E.; SANTOS, J.C.F. **Efficiency of the use of nutrients in acid soils: management of soil, fertilizer and crop**. Piracicaba: CENA USP, 1996. 110 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631p.

MATIELLO, J.B.; VIEIRA, E. 1993. **Efeito da corência de manganês na produção de cafezais da Chapada Diamantina, BA**. 19º Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras (Três Pontas). MAARA-PROCAFÉ.

MOURÃO FILHO, F.A.A. 1994. **Importância da adubação na qualidade dos Citros**. Em: Importância da Adubação na Qualidade dos Produtos Agrícolas. p.115-132. M.E. de Sá & Buzzeti, coord. Ícone Editora. São Paulo. 437 p.

PASCHOLATTI, S.F.; G. HADDAD; M. ALVES; S.R. SILVA; M.F.G. LOSSO & W. B.C. MORAES. **Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition**. 1986. 492 p.

RICHTER, G. 1993. **Metabolisme dès Vegetaux. Tra. E adap. De G. Raymond**.1993 ,526 p. Presses Polytechniques et. Universitaress Romandes, Lausanne.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 54p.