

AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ZINCO NO SOLO PARA A CULTURA DO CAFÉ

HARTMANN, L.K.¹; ALVAREZ, V.H.V.²; NOVAIS, R.F.²; CANTARUTTI, R.B.²; ASPIAZÚ, I.³ e RODRIGUES, D.T.⁴

- Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ-CBP&D/Café-

¹ Aluna de Pós-graduação do Dep. de Solos, Universidade Federal de Viçosa-UFV, Av. P.H. Rolfs, s/n, 36571-000 Viçosa-MG, <lara@solos.ufv.br>; ² Professor do Dep. de Solos da UFV, Viçosa-MG; ³ Bolsista da FUNAPE/CBP&D-Café, Viçosa-MG; ⁴ Aluno de graduação da UFV, Viçosa, MG.

RESUMO: Amostras de três solos do Estado de Minas Gerais foram coletadas da camada superficial, objetivando avaliar a disponibilidade de zinco no solo para o café (*Coffea arabica* L.) em casa de vegetação, influenciada pela calagem e pela localização de P. O Zn foi extraído pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA-TEA. As amostras de solo receberam seis doses de Zn: 0, 5, 10, 20, 40 e 80 mg/dm³ para os solos mais argilosos e 0, 3, 6, 12, 24 e 48 mg/dm³ para o solo mais arenoso. Foram estudados dois corretivos de acidez, sendo um mistura de carbonatos de cálcio e magnésio, na proporção 4:1 mols, e outro mistura de 50% de carbonatos de cálcio e magnésio e 50% de mistura de sais neutros, mantendo a relação molar 4:1. O P foi aplicado em três localizações: 5, 10 e 30% do total do volume do vaso. A capacidade extratora variou entre os extratores e entre os solos, resultado que reflete a sensibilidade quanto à capacidade-tampão de Zn. Os níveis críticos de Zn nos solos mais argilosos foram menores que nos menos argilosos. A calagem alterou os níveis críticos, havendo maior nível crítico no solo quando a correção foi feita com mistura de carbonatos, em comparação à mistura de carbonatos e sais neutros. A localização de P a 10% levou a maiores níveis críticos de Zn no solo.

Palavras-chave: zinco disponível, nível crítico, fator capacidade, micronutriente.

EVALUATION OF THE AVAILABILITY OF Zn IN SOILS FOR COFFEE PLANTS

ABSTRACT: Samples of three soils of the state of Minas Gerais were collected from the superficial layer aiming to evaluate the availability of zinc in soils for coffee plants (*Coffea arabica* L.) under greenhouse conditons, influenced by the liming and by the location of P. Zn was extracted by the extractors Mehlich-1, Mehlich-3 and DTPA-TEA. The soil samples received six doses of Zn: 0, 5, 10, 20, 40 and 80 mg/dm³ for the clayest soils and 0, 3, 6, 12, 24 and 48 mg/dm³ for the sandiest soil. Two acidity correctives were studied, one was the mixture of calcium and magnesium carbonates, in the proportion of 4:1 mol and the

other was the mixture of 50% of calcium and magnesium carbonates and 50% of a mixture of neutral salts, maintaining the relationship molar 4:1. P was applied under three locations, at 5, 10 and 30% of the total of the volume of the vase. The extraction capacity varied among the soils, result that reflects a difference among soils as for the Zn capacity factor. The Zn critical levels in soils were larger when extracted with the extractor Mehlich-1, because of its acid characteristic, independent of its labile or non-labile character . The liming altered the critical levels, and there has been a larger critical level in the soil when the correction was made with carbonates mixture, in comparison with the carbonates mixture and neutral salts. The location of P at 10% increased the Zn critical levels in the soil.

Key words: available zn; critical level; capacity factor, micronutrient.

INTRODUÇÃO

O objetivo da análise de solo é avaliar a disponibilidade de um nutriente e determinar o teor existente na amostra que está relacionado com o absorvido e o acumulado na planta. Em face do resultado de análise, do nutriente e do conhecimento científico, podem-se inferir níveis de deficiência, suficiência ou de toxicidade. Para os micronutrientes, essa determinação é particularmente difícil, pois, além de as plantas necessitarem de pequenas quantidades, existe complexidade no comportamento químico de muitos deles no solo, o que dificulta a escolha de um extrator adequado. A fim de simular o poder sorvente das raízes para os micronutrientes, têm sido usados diferentes extratores, agrupados de acordo com suas propriedades químicas em: soluções ácidas, como o extrator Mehlich-1 e o HCl 0,1 mol/L, que atuam por dissolução (WU et al., 1991); e agentes complexantes, como o extrator DTPA-TEA (Lindsay & Norvell, 1978). O extrator Mehlich-3 (Mehlich, 1984) tem sido estudado para avaliar a disponibilidade de vários elementos no solo, por atuar como extrator ácido e como complexante, pela ação dos íons amônio e EDTA. A adsorção com grande energia do Zn nos solos, particularmente naqueles com argila predominantemente oxídica (KALBASI et al., 1978) ou em condições de pH mais elevado (Lindsay & Norvell, 1978), tem sido considerada importante causa da sua restrita disponibilidade para as plantas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade de Zn para o desenvolvimento inicial da cultura do café (*Coffea arabica* L. variedade Catuaí vermelho, H2077-2-5-44), influenciada pela calagem e pela localização de P no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um ensaio em casa de vegetação, que corresponde a um fatorial (3 x 2 x 3 x 6) formado de três solos (SSP – do município de São Sebastião do Paraíso, PAT – do município de Patrocínio e LAV – do município de Lavras) (Quadro 1), dois corretivos de acidez, três localizações de P e seis doses de Zn. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, com três repetições. A unidade experimental correspondeu a um vaso de 5 dm³, contendo duas plantas de café por vaso. Neste ensaio, as sementes foram germinadas diretamente nos vasos, para evitar qualquer efeito de acúmulo de Zn nas mudas transplantadas. Foram estudados dois corretivos de acidez. A dose de calagem CA1 foi preparada pela mistura de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio p.a., na proporção 4:1 mols (CA1). A calagem CA2 foi preparada misturando-se 50% de CA1 e 50% de sais neutros (sulfatos, nitratos e cloretos), de cálcio e de magnésio, mantendo-se a relação molar Ca:Mg no valor de 4:1. As doses de CA1 foram calculadas com base na proposta da 5 aproximação de recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (ALVAREZ V. e RIBEIRO, 1999). As doses de Zn variaram em função do teor de argila de cada solo, correspondendo a 0, 5, 10, 20, 40 e 80 mg/dm³ para o solo SSP e PAT e 0, 3, 6, 12, 24 e 48 mg/dm³ para o solo LAV, incorporadas no volume total de solo do vaso na forma de solução de ZnSO₄.7H₂O.

Quadro 1 - Resultados de análises químicas e físicas das amostras de solos estudados

	pH	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	K	Zn ²⁺	P	Prem	C.O.	Areia	Silte	Argila	CC
		-----cmol _c /dm ³ -----					-----mg/dm ³ -----		mg/L	dag/k	-----%-----			
		---					---			g				
SSP	5,2	0,0	1,8	0,5	5,6	86,0	0,3	2,3	10,0	1,59	32	19	49	21,17
PAT	5,1	0,0	1,0	0,5	5,6	94,0	0,6	1,3	7,7	2,71	20	34	46	30,76
LA	5,2	0,0	0,2	0,0	2,0	36,0	0,7	0,7	22,8	0,19	69	6	25	10,43

¹ Extrator KCl 1 mol/L (EMBRAPA, 1997). ² Extrator Acetato de cálcio 0,5 mol/L, pH 7,0 (EMBRAPA, 1997). ³ Extrator Mehlich-1 (BRAGA e DEFELIPO, 1974). ⁴ (ALVAREZ V. et al, 2000). ⁵ Método Walkley e Black (JACKSON, 1958). ⁶ Método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

O P foi aplicado na forma de superfosfato triplo, na dose de 200 mg/dm³. A quantidade adicionada foi calculada para a totalidade do solo do vaso e incorporada sob três localizações, misturando em 5, 10 e 30% do volume total de solo. Nas amostras de solo coletadas antes e depois do plantio, foram determinados o Zn disponível extraído por Mehlich-1 segundo VETTORI (1969); Mehlich-3, conforme MEHLICH (1984); e DTPA-TEA, segundo LINDSAY & NORVELL (1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas amostras de solos coletadas antes do plantio, observou-se que os solos SSP e PAT apresentaram maior teor de Zn com os extratores Mehlich-1 e DTPA que o solo LAV (Quadro 2). O extrator Mehlich-3 extraiu menores quantidades de Zn no solo PAT. Essas diferenças são o reflexo da diferente disponibilidade inicial, que pode ser explicada pelo maior teor de carbono orgânico neste solo, promovendo possível formação de complexos organometálicos do Zn com ácidos húmicos e fúlvicos principalmente, diminuindo a sua disponibilidade no solo (HAMILTON et al., 1993). Verifica-se que a resposta da incorporação de Zn foi diferente nos solos, como indicado pela diferença dos valores das declividades das equações de regressão, relacionando o Zn recuperado com o Zn aplicado (Quadro 3).

Quadro 2 - Teores do Zn disponível obtido pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA-TEA, antes do cultivo de café e efeitos médios da calagem dentro de solos e tipo de corretivo dentro do solo (CA), em média, das doses de Zn

Solo	CA ^{1/}	\bar{Y} ^{2/}	CAD/S ^{4/}	Contraste Solo ^{5/}	
				\bar{c}_1	\bar{c}_2
-----mg/dm ³ -----					
Mehlich-1					
SSP	CA1	12,05	1,21**		
	CA2	13,26			
	\bar{Y} ^{3/}	12,65			
PAT	CA1	11,70	1,09**		
	CA2	10,61			
	\bar{Y}	11,16			
LAV	CA1	9,26	0,02		
	CA2	9,24			
	\bar{Y}	9,25			
Mehlich-3					
SSP	CA1	10,93	0,58**		
	CA2	11,51			
	\bar{Y}	11,22			
PAT	CA1	12,33	2,33*		
	CA2	10,00			
	\bar{Y}	6,85			
LAV	CA1	11,34	0,22		
	CA2	11,56			
	\bar{Y}	11,45			
DTPA					
SSP	CA1	8,02	1,21**		
	CA2	9,23			
	\bar{Y}	8,62			
PAT	CA1	9,99	2,27**		
	CA2	7,72			
	\bar{Y}	8,86			
LAV	CA1	8,39	0,98**		
	CA2	7,71			
	\bar{Y}	8,05			
				2,66**	0,75**
				2,42**	2,18**
				0,69**	0,12**

^{1/} CA1: Mistura de carbonatos de cálcio e magnésio. CA2: Mistura de carbonatos e sais neutros de cálcio e magnésio. ^{2/} Média de doses de Zn. ^{3/} Média por solo. ^{4/} Efeito médio da calagem dentro de cada solo. ^{5/} Contraste médio entre médias de solos (SSP+PAT vs. LAV; SSP vs. PAT).

Quadro 3 - Equações de regressão do Zn disponível (mg/dm³) pelos extratores Mehlich-1 (M-1), Mehlich-3 (M-3) e DTPA-TEA (DTPA) antes do cultivo com café, em função das doses de Zn, considerando os corretivos de acidez (CA) nos solos estudados

Solo	CA ^{1/}	Mehlich-1		Mehlich-3		DTPA	
		Equação de Regressão	R ²	Equação de Regressão	R ²	Equação de Regressão	R ²
SSP	CA1	$\hat{Y} = 0,394 + 0,4512^{**}Zn$	0,965	$\hat{Y} = - 0,661 + 0,4487^{**}Zn$	0,984	$\hat{Y} = - 0,524 + 0,3307^{**}Zn$	0,989
	CA2	$\hat{Y} = - 0,837 + 0,5456^{**}Zn$	0,965	$\hat{Y} = - 1,446 + 0,5015^{**}Zn$	0,990	$\hat{Y} = -0,131 + 0,2380^{**}Zn + 0,0022^{**}Zn^2$	0,996
PAT	CA1	$\hat{Y} = - 0,937 + 0,4684^{**}Zn$	0,915	$\hat{Y} = 0,163 + 0,4711^{**}Zn$	0,939	$\hat{Y} = - 1,256 + 0,4356^{**}Zn$	0,983
	CA2	$\hat{Y} = - 0,954 + 0,4478^{**}Zn$	0,940	$\hat{Y} = 0,734 + 0,3587^{**}Zn$	0,971	$\hat{Y} = - 0,478 + 0,3173^{**}Zn$	0,986
LAV	CA1	$\hat{Y} = 1,317 + 0,5125^{**}Zn$	0,965	$\hat{Y} = 0,939 + 0,6713^{**}Zn$	0,991	$\hat{Y} = 0,826 + 0,4879^{**}Zn$	0,980
	CA2	$\hat{Y} = 0,782 + 0,5454^{**}Zn$	0,966	$\hat{Y} = 0,797 + 0,6943^{**}Zn$	0,972	$\hat{Y} = 0,732 + 0,4490^{**}Zn$	0,964

^{1/} CA1: Mistura de carbonatos de cálcio e magnésio. CA2: Mistura de carbonatos e sais neutros de cálcio e magnésio. *, **: Significativo a 5 e 1%.

O teor de Zn após o cultivo de café (Quadro 4) manteve as tendências observadas anteriormente, com o solo SSP apresentando maiores valores de Zn que os solos PAT e LAV, avaliado pelos três extratores. Observou-se também maior teor de Zn no solo PAT quando extraído com Mehlich-1, quando se compara a mistura de carbonatos com a mistura de carbonatos e sais neutros (Quadro 4). Contudo, essa diferença não pode ser atribuída ao pH do solo, inclusive porque o uso do extrator Mehlich-1, de pH 1,2, levaria a uma solubilização do Zn precipitado, independentemente desta característica.

A localização de P afetou o teor de Zn (Quadro 4). Essa resposta variou para cada extrator (Quadro 4), em resposta aos diferentes mecanismos de ação de cada extrator. HALDAR e MANDAL (1981) aplicaram, em todo o volume de solo do vaso, 50 ou 100 mg/dm³ de P, como KH₂PO₄ e 5 ou 10 mg/dm³ de Zn, usando como fonte o ZnSO₄.7H₂O. Observaram interações P-Zn em plantas de arroz, atribuindo-as à mudança na disponibilidade desses elementos no solo, pela aplicação conjunta de P e de Zn.

O Zn recuperado pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA relacionou-se linear e quadraticamente (com incrementos positivos) com o Zn adicionado ao solo (Quadro 5). As diferenças no valor do intervalo foram um reflexo dos diferentes teores iniciais desse nutriente no solo (Quadro 1). Todos os solos apresentam, para todos os extratores utilizados, diferenças nas declividades das equações (Quadro 6), o que evidencia uma diferença entre os solos quanto à capacidade-tampão de Zn.

Observa-se que os corretivos influenciaram a disponibilidade de Zn no solo antes do cultivo, com o extrator Mehlich-1 obtendo maiores valores de Zn do que os extratores Mehlich-3 e DTPA. Esse efeito pode ser explicado pela característica ácida do extrator Mehlich-1, que pode atuar independentemente de

formas de caráter lábil ou não-lábil (BATAGLIA e RAIJ, 1994). Esses autores, comparando diversos extratores, constataram que Mehlich-1, embora eficiente para avaliar a disponibilidade de Zn no solo, não permitiu discriminar o efeito da calagem. Neste trabalho, no entanto, notou-se tendência de existir maior nível crítico no solo quando a correção foi feita com mistura de carbonatos, em comparação à mistura de carbonatos e sais neutros. No solo LAV, o extrator Mehlich-1 não detectou diferença entre os tratamentos de calagem (Quadro 2), pelo fato de a utilização de carbonatos poder ter proporcionado a formação de compostos menos solúveis, como $Zn(OH)_2$ e $ZnCO_3$, ocorrendo também maior adsorção de Zn no complexo coloidal do solo, pelo incremento da capacidade de troca catiônica. Os valores dos níveis críticos no solo após o cultivo com café diminuíram em todas as combinações de calagem e localização de P. Observa-se também que no solo PAT, para os extratores Mehlich-1 e DTPA (Quadro 7), os corretivos não influenciaram a absorção de Zn. A localização de P causou, em geral, influência semelhante no solo antes do cultivo, porém com menor diferenciação nos teores de Zn no nível crítico. Comparando os níveis críticos entre os solos, observou-se que no solo LAV, independentemente do extrator utilizado, os valores são maiores que os do solo SSP. Essa tendência tem sido observada na determinação de níveis críticos para Zn, com valores mais elevados em solos menos argilosos (COUTO et al., 1992). Observou-se que, exceto para o solo PAT corrigido com mistura de carbonatos, a localização de P em 5% levou a maiores níveis críticos de Zn no solo. Para todas as outras combinações, os maiores níveis críticos, independentemente do corretivo utilizado, foram obtidos na localização de P em 10%. Isso pode ser explicado porque, na maior localização (5%), haveria estímulo ao crescimento radicular na parte fertilizada com P, concentrando raízes nesta região. Por outro lado, na localização em 30%, as raízes ocupariam de forma mais homogênea o volume de solo do vaso. Dessa forma, como o Zn foi distribuído na totalidade da amostra do solo e pelo fato de ser um nutriente transportado por difusão, a maior exploração do sistema radicular levaria a uma concentração de Zn menor no nível crítico.

Quadro 4 - Teores do Zn disponível obtido pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA-TEA, após o cultivo de café, valor médio dos contrastes antes do cultivo de café entre solos e tipo de corretivo dentro do solo (CA) e da localização de P (LP) dentro de corretivo e dentro de solo, em média das doses de Zn

Solo	CA ^{1/}	Localização de P ^{2/} (%)			\bar{Y} ^{3/}	CA _d /S ^{5/}	Contraste Solo ^{6/}			Contraste LP ^{7/}	
		5	10	30			\bar{c}_1	\bar{c}_2	\bar{c}_3		\bar{c}_4
-----mg/dm ³ -----											
Mehlich-1											
SSP	1	10,89	11,53	10,26	10,89	0,69*				0,95*	0,31
	2	10,56	13,85	10,34	11,58					1,86**	1,64**
	\bar{y} ^{4/}				11,24						
PAT	1	10,13	7,84	4,64	7,54	0,22				4,35**	1,15**
	2	5,52	5,31	11,13	7,32					5,71**	0,11
	\bar{y}				7,42						
LAV	1	7,69	9,26	7,64	8,19	0,50				0,83	0,78*
	2	7,26	7,57	8,24	7,69					0,81	0,15
	\bar{y}				7,94						
1,39** 1,91**											
Mehlich-3											
SSP	1	10,94	10,37	8,89	10,07	0,32**				1,77**	0,29**
	2	10,67	10,05	10,46	10,39					0,09	0,31**
	\bar{y}				10,23						
PAT	1	8,27	4,41	5,15	5,94	0,67**				1,19*	1,92**
	2	5,49	4,54	9,79	6,61					4,77**	0,48**
	\bar{y}				6,28						
LAV	1	10,13	9,56	9,65	9,78	1,47**				0,19	0,29*
	2	8,24	8,26	8,42	8,31					0,17	0,01
	\bar{y}				9,04						
0,79** 1,98**											
DTPA											
SSP	1	5,16	4,61	4,31	4,69	0,21**				0,58**	0,27**
	2	5,09	4,69	4,91	4,90					0,01	0,19**
	\bar{y}				4,79						
PAT	1	3,53	3,59	3,67	3,59	0,01				0,11	0,03
	2	3,28	3,54	3,92	3,58					0,51**	0,13*
	\bar{y}				3,59						
LAV	1	5,77	5,79	6,08	5,88	0,57**				0,30**	0,01
	2	4,84	5,61	5,48	5,31					0,26**	0,39**
	\bar{y}				5,59						
1,40** 0,60**											

^{1/} CA1: Mistura de carbonatos de cálcio e magnésio. CA2: Mistura de carbonatos e sais neutros de cálcio e magnésio. ^{2/} Localização de P a 5, 10 e 30% do volume total de solo. ^{3/} Média de calagem considerando localização de P e doses de Zn. ^{4/} Média por solo considerando calagem, localização de P e doses de Zn. ^{5/} Efeito médio da calagem em média da localização de P e das doses de Zn dentro de cada solo. ^{6/} Contraste médio de solos (SSP + PAT vs. LAV; SSP vs. LAV). ^{7/} Contraste médio da localização de P (P5 + P10 vs. P30; P5 vs. P10).

Quadro 5 - Equações de regressão do Zn disponível (mg/dm³) pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3) e DTPA-TEA (DTPA) após o cultivo com café, considerando os corretivos de acidez (CA) e a localização de P (LP) nos solos estudados

Solo	CA ^U	LP	Mehlich-1				Mehlich-3				DTPA			
			b0	b1	b2	R ²	b0	b1	b2	R ²	b0	b1	b2	R ²
SSP	CA1	5	0,37	0,429**		0,997	-0,78	0,418**		0,992	0,19	0,263**		0,988
		10	-0,056	0,517**		0,994	-0,06	0,358**		0,986	-0,02	0,301**		0,989
		30	0,54	0,448**		0,819	0,57	0,456**		0,813	0,22	0,345*		0,829
	CA2	5	-0,01	0,379**	0,0042 [#]	0,997	-0,52	0,363**	0,0018**	0,984	-0,15	0,165**	0,0038**	0,993
		10	0,12	0,454**		0,991	-0,11	0,307**	0,0024**	0,998	0,01	0,218**	0,0027**	0,997
		30	0,15	0,332**	0,0067**	0,996	-0,37	0,379**	0,0012 [#]	0,994	-0,21	0,283**	0,0012*	0,994
PAT	CA1	5	1,19	0,052	0,0158**	0,990	0,42	0,159**	0,1097**	0,998	0,35	0,112**	0,0082**	0,995
		10	0,53	0,406**		0,983	0,64	0,172**	0,0112**	0,993	-0,20	0,305*		0,984
		30	1,07	0,247**		0,927	1,11	0,326**	0,0019**	0,998	0,36	0,111**	0,0081**	0,999
	CA2	5	1,00	0,285**		0,908	0,42	0,348**		0,985	-0,14	0,240**	0,0010 [#]	0,994
		10	1,29	0,196**		0,874	0,01	0,354**		0,988	0,24	0,173**	0,0031**	0,998
		30	1,19	0,267**		0,862	1,28	0,376**		0,993	0,06	0,169**	0,0042**	0,998
LA V	CA1	5	0,06	0,674**		0,994	0,16	0,851**		0,998	0,41	0,487**	0,0084**	0,998
		10	0,17	0,652**		0,997	0,77	0,669**		0,986	0,48	0,512**		0,987
		30	0,15	0,676**		0,999	0,99	0,583**		0,974	0,50	0,502**		0,987
	CA2	5	0,64	0,387**	0,0132 [#]	0,999	0,95	0,525**	0,0122**	0,999	0,71	0,341**	0,013**	0,999
		10	0,65	0,428**	0,0098 [#]	0,996	0,32	0,664**		0,995	0,76	0,407**		0,995
		30	0,31	0,574**		0,999	0,62	0,468*	0,0189**	0,998	0,17	0,483**		0,952

^U CA1: Mistura de carbonatos de cálcio e magnésio. CA2: Mistura de carbonatos e sais neutros de cálcio e magnésio. LP: Localização de P a 5, 10 e 30% do volume total de solo adicionado ao vaso. #, *, **: Significativo a 10, 5 e 1%

Quadro 6 - Nível crítico de Zn no solo antes e após o cultivo de café pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3) e DTPA, em função dos corretivos de acidez (CA) e da localização de P (LP) nos solos estudados

Solo	CA ^U	LP	Antes do Cultivo			Depois do Cultivo		
			M1	M3	DTPA	M1	M3	DTPA
-----mg/dm ³ -----								
SSP	CA1	5	4,73	3,66	2,66	5,12	3,24	2,34
		10	5,17	4,09	2,98	4,84	3,73	3,17
		30	2,39	1,33	0,94	2,52	2,59	1,75
	CA2	5	0,56	0,16	0,49	0,99	0,42	0,29
		10	1,47	0,67	0,92	2,05	1,23	0,98
		30	0,23	0,46	0,34	0,82	0,37	0,35
PAT	CA1	5	0,92	2,03	0,47	1,64	2,77	0,92
		10	2,26	3,38	1,72	3,30	2,34	1,88
		30	1,68	2,79	1,17	2,45	2,98	1,23
	CA2	5	2,76	3,71	2,15	3,36	3,30	1,92
		10	3,71	4,47	2,83	3,33	3,69	2,38
		30	3,38	4,21	2,59	3,78	4,92	2,09
LAV	CA1	5	8,09	9,81	7,27	8,96	10,93	8,31
		10	8,92	10,90	8,07	9,85	10,69	8,08
		30	6,54	7,79	5,80	7,04	6,94	5,62
	CA2	5	5,98	7,41	5,01	5,52	7,05	5,10
		10	5,52	6,82	4,63	5,10	6,08	4,29
		30	5,79	7,18	4,86	5,59	6,53	4,61

^U CA1: Mistura de carbonatos de cálcio e magnésio. CA2: Mistura de carbonatos e sais neutros de cálcio e magnésio. LP: Localização de P a 5, 10 e 30% do volume total de solo adicionado ao vaso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V.; V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359p.
- BATAGLIA, O.C.; RAIJ, B. van. Soluções extratoras na avaliação da fitodisponibilidade do zinco em solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 18, p.457-461, 1994.
- COUTO, C.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Níveis críticos de zinco no solo e na planta para o crescimento de milho em amostras de solos com diferentes valores do fator capacidade. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.16, p.79-88, 1992.
- HALDAR, M.; MANDAL, L.N. Effect of phosphorus and zinc on the growth and phosphorus, zinc, cooper, iron and manganese nutrition of rice. **Pl. Soil**, The Hague, v.59, p.415-425, 1981.
- HAMILTON, M.A.; WESTERMANN, D.T.; JAMES, D.W. Factors affecting zinc uptake in cropping system. **Soil Science Society American Journal**, 57:1310-1315, 1993.
- KALBASI, M.; RACZ, G.J.; LOEWEN RUDGERES, L.A. Mechanisms of zinc adsorption by iron and aluminum oxides. **Soil Sci.**, v. 125, p.146-150, 1978.
- LINDSAY, W.L.; NORVELL. W.A. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, 42:421-428, 1978.
- MEHLICH, A. Mehlich-3 soil test extractant: a modification of Mehlich-2 extractants. **Commun. Soil Sci. Plant. Anal.**, v.15, n.2, p.1409-1416, 1984.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Equipe de Pedologia e Fertilidade do Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim técnico, 7)
- WU, X.; ASSEN, I. & SELMER-OLSEN, A.R. A study of extraction methods for assessing soil zinc availability: I. Soil zinc extractability and soil zinc buffering capacity in relation to soil properties. **Nor. J. Agric. Sci.**, 5:89-107, 1991.