

AVALIAÇÃO DOS TEORES DE ZINCO NO SOLO E EM FEJÓEIRO¹

EVANISA FÁTIMA R.Q. MELO², PEDRO RONZELLI JÚNIOR³,
BEATRIZ MONTSIRRAT S. PREVEDELLO⁴ e HENRIQUE SOARES KOEHLER⁵

RESUMO - Avaliou-se, em casa de vegetação, na Universidade Federal do Paraná, o efeito residual de níveis e fontes de Zn, nas formas inorgânica e orgânica, sobre o teor deste micronutriente no solo e nas folhas de três cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um Cambissolo de textura argilosa, da região metropolitana de Curitiba, PR. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, e os tratamentos foram a combinação de duas formas com quatro níveis de Zn. Os níveis da forma inorgânica foram equivalentes a 0, 3, 6 e 9 kg de Zn/ha fornecidos como sulfato de zinco, aplicados ao solo, e os da forma orgânica foram 0, 20, 30 e 40 g de Zn/ha, de MIQL 2711/87, em tratamento de sementes. Foi avaliado o teor de Zn total e disponível no solo após a colheita do primeiro experimento, e o teor de Zn nas folhas das plantas de feijoeiro, cultivares 'FT 398', 'FT 120' e 'IAPAR 20' do experimento residual. Verificou-se que os resíduos dos níveis de Zn na forma inorgânica influenciaram os teores de Zn total e disponível no solo, como também os teores de Zn encontrados nas folhas dos feijoeiros, estes tidos como normais. O maior nível de adubação com Zn na forma orgânica influenciou o teor de Zn disponível no solo, mas não teve efeito significativo sobre os teores foliares.

Termos para indexação: cultivares de feijoeiro, fertilização com zinco.

EVALUATION OF ZINC LEVELS IN THE SOIL AND IN BEAN PLANTS

ABSTRACT - A greenhouse evaluation, at the Universidade Federal do Paraná (UFPR) of residual effects of inorganic and organic Zn levels and sources, on the Zn content in the soil and in leaves of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, in a clay-texture Cambisol, at Curitiba, PR, Brazil. A complete randomized design was used with three replications, and the treatments were a combination of two forms of Zn with four levels of Zn. The levels of inorganic forms were equivalent to 0, 3, 6 and 9 kg of Zn/ha given as zinc sulphate applied to the soil, and the organic forms were 0, 20, 30 and 40 g of Zn/ha, of MIQL 2711/87, as seed treatment. The total Zn content and Zn availability in the soil after harvest of the first experiment, and the Zn leaf levels of three bean cultivars, 'FT 398', 'FT 120' and 'IAPAR 20' of the residual experiment were evaluated. It was observed that the inorganic Zn levels influenced the total Zn content as well as the available Zn in the soil and the bean leaf contents, which were considered normal. The highest level of organic Zn fertilization influenced the available Zn in the soil, but it was not significant on leaf contents.

Index terms: beans cultivars, zinc fertilization.

¹ Aceito para publicação em 5 de julho de 1991.

Extraído da dissertação de Mestrado da autora para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo, na Univ. Fed. do Paraná, e apresentado na XIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, realizada em Santa Maria, RS, em 1990.

² Enga. - Agra., Enga. - Florestal, Rua Rui Barbosa

1061/401, CEP 85890 Foz do Iguaçu, PR. Bolsista da CAPES.

³ Eng. - Agr., Prof. - Adjunto, Dep. de Fitot., Universidade Federal do Paraná (UFPR), Caixa Postal 672, CEP 80001 Curitiba, PR.

⁴ Enga. - Agra., Profa. - Adjunta, Dep. de Solos, UFPR.

⁵ Eng. - Florestal, Prof. - Adjunto, Dep. de Fitotecnia, UFPR.

INTRODUÇÃO

Nos solos, em geral, os teores de Zn total estão entre 10 e 300 ppm, porém a disponibilidade para as plantas é pequena. Existem poucas informações sobre o Zn disponível nos solos e nas folhas, o que não permite a calibração e a avaliação do grau de resposta a fertilizantes contendo Zn e níveis do micronutriente no solo. Os níveis críticos de Zn no solo estão diretamente relacionados com o extrator e o tipo de cultura utilizados. Encontram-se como nível crítico, para milho, valores de 1 a 7,5 ppm de Zn extraído pelo método Mehlich e HCl 0,1 N (Cox & Kamprath 1983). Para o feijoeiro o nível crítico encontrado foi de 0,8 ppm de Zn extraído pelo método Mehlich (Flor 1985). O nível crítico para teor nas folhas de feijoeiro varia de 15 a 30 ppm. Desse modo, o conhecimento da relação entre o Zn total e o disponível no solo, bem como destes com os teores foliares, é necessário para o aproveitamento racional do Zn na agricultura.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito residual de quatro níveis e duas formas de Zn - inorgânica e orgânica -, aplicadas ao solo e à semente, respectivamente, sobre o teor deste micronutriente no solo e nas folhas dos feijoeiros do experimento residual de três cultivares de feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi feito em casa de vegetação, no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba, PR. Utilizou-se o solo classificado como Cambissolo de textura argilosa, da região metropolitana de Curitiba (Olmos Iturri et al. 1984), proveniente da Fazenda do Canguiri, Unidade Experimental da UFPR, localizada em Piraquara, PR. As características químicas deste solo são: pH em CaCl_2 5,20; 5,48% de M.O.; 3,34 ppm de P, 0,30 meq de K, 9,01 ppm de Ca; 5,70 meq de Mg e 0,50 ppm de Zn.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, sendo cada parcela composta por três vasos com 10 kg de solo. Foram utilizadas três cultivares de feijão: 'FT 398',

'FT 120' e 'IAPAR 120', sendo os tratamentos a combinação de duas formas de Zn - inorgânica e orgânica -, com quatro níveis deste micronutriente arranjados fatorialmente. Os níveis da forma inorgânica foram equivalentes a 0, 3, 6 e 9 kg de Zn/ha, fornecidos como sulfato de zinco p.a., com 22,7% de Zn, aplicados diretamente ao solo, e os da forma orgânica foram 0, 20, 30 e 40 g de Zn/ha, utilizando-se o produto MIQL 2711/87, da Microquímica Indústrias Químicas Ltda., com 15% de Zn, aplicado em tratamento de sementes, misturando-se o produto, que é líquido, às sementes, imediatamente antes de colocá-las nos vasos.

Foi feita adubação básica e uniforme para todos os tratamentos, com o equivalente a 40 kg de N/ha, 90 kg de P_2O_5 /ha e 30 kg de K_2O /ha, utilizando-se como fontes, respectivamente, uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Para avaliar o efeito residual do Zn fornecido na safra da seca, foi feito outro experimento, na safra das águas, utilizando-se os mesmos vasos e adubação básica igual à do primeiro. A semeadura foi feita na segunda quinzena de outubro de 1988, colocando-se seis sementes por vaso para desbaste aos doze dias após a emergência (DAE) deixando-se duas plantas por vaso.

Amostras de solo de cada parcela foram feitas quinze dias após a colheita do experimento para análise de Zn no solo. Para análise do Zn total, foi utilizado o método proposto por Jackson (1958). O Zn foi extraído pela digestão total com ácido fluorídrico e perclórico a quente, e determinado por absorção atômica. O Zn disponível no solo foi extraído com HCl 0,1 N, seguindo o método proposto por Toker & Kurtz (1955) e determinado por espectrofotometria de absorção atômica.

Aos 45 DAE, foi realizada a amostragem foliar para determinar o teor de Zn nas folhas do experimento residual, tendo sido as amostras preparadas de acordo com o método proposto por Bataglia et al. (1983), e a determinação, feita por espectrofotometria de absorção atômica. Foram avaliados componentes do rendimento de grãos por planta e matéria seca. Os dados foram avaliados estatisticamente por meio de análise de variância e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, realizando-se análise de correlação entre todas as variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os resultados das análises químicas do solo para avaliação dos teores de Zn total e disponível, respectivamente.

Verifica-se, por meio da Tabela 1, que os teores de Zn total variaram de 40 a 78 ppm, estando dentro da média encontrada por Santos Filho (1983), para Cambissolo. O maior nível de Zn fornecido na forma inorgânica promoveu aumentos médios de 10 até 22 ppm de Zn total no solo, enquanto que o Zn aplicado em tratamento de sementes, forma orgânica, não alterou os teores de Zn total no solo, o que já era esperado, pelo fato de os níveis serem pequenos.

Na Tabela 2 verifica-se que o efeito do Zn fornecido na forma inorgânica foi maior que o da orgânica quanto aos teores de Zn disponível no solo. Os teores de Zn disponível no so-

lo aumentaram proporcionalmente, de forma significativa, com os níveis aplicados na forma inorgânica, comprovando a influência da adubação com Zn neste solo. Para a forma orgânica, apenas o maior nível de adubação teve influência significativa. Este resultado foi influenciado, provavelmente, pelos resíduos deixados pelas sementes das plantas eliminadas no desbaste.

Os teores de Zn disponível no solo variaram de 0,82 a 13,05 ppm. Comparando-se os valores encontrados para o tratamento-testemunha com os da análise de solo inicial, observa-se que houve alteração para mais, porém as causas desta mudança são desconhecidas, estando associadas, provavelmente, à presença de matéria orgânica, à rizosfera e à eficiência da cultivar (Dechen 1988, Lopes 1986, Malavolta 1981, Ritchey et al. 1986). Luchese (1985), trabalhando em solos do Rio Grande do Sul, com aveia, não encontrou respostas

TABELA 1. Teor de zinco total no solo, em ppm, após o primeiro experimento em casa de vegetação, com três cultivares de feijão, média de três repetições, UFPR Curitiba, Paraná, 1988/89.

Cultivar	Formas de zinco	Níveis								
		1	2	3	4	Média				
'FT 398'	Inorgânica	58,33	A b	63,33	A b	63,33	A b	78,33	A a	65,83
	Orgânica	45,00	B a	51,67	B a	46,67	B a	51,67	B a	48,75
	Média	51,66		57,50		55,00		65,00		57,29
'FT 120'	Inorgânica	50,00		60,00		52,33		60,00		55,58 A
	Orgânica	46,67		48,33		46,67		41,67		45,83 B
	Média	48,33		54,16		49,50		50,83		50,71
'IAPAR 20'	Inorgânica	45,00	A b	55,00	A b	52,33	A b	67,00	A a	54,83
	Orgânica	46,67	A a	42,33	B a	40,00	B a	43,33	B a	43,08
	Média	45,83		48,66		46,16		55,16		48,96

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2. Teor de zinco disponível no solo, em ppm, após o primeiro experimento em casa de vegetação, com três cultivares de feijão, média de três repetições, UFPR Curitiba, Paraná, 1988/89.

Cultivar	Formas de zinco	Níveis								Média
		1		2		3		4		
'FT 398'	Inorgânica	1,27	A d	3,98	A c	7,55	A b	13,05	A a	6,46
	Orgânica	0,95	B b	0,93	B b	1,07	B ab	1,30	B a	1,06
	Média	1,11		1,45		4,31		7,17		3,76
'FT 120'	Inorgânica	1,22	A d	3,78	A c	7,15	A b	10,85	A a	5,75
	Orgânica	0,90	B	0,82	B	1,02	B	1,20	B	0,98
	Média	1,06		2,30		4,08		6,08		3,37
'IAPAR 20'	Inorgânica	1,10	A d	4,25	A c	6,00	A b	11,03	A a	5,59
	Orgânica	0,95	A b	1,12	B ab	1,02	B ab	1,40	B a	1,12
	Média	1,02		2,68		3,51		6,21		3,36

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

significativas para aplicação de Zn em condições de 0,40 ppm de Zn disponível, tendo sugerido que o nível crítico para esta cultura está abaixo deste valor, podendo-se fazer inferência similar para o presente trabalho.

Na Fig. 1 encontra-se a representação gráfica das equações da regressão linear entre Zn total e disponível no solo para as cultivares 'FT 398' e 'IAPAR 20', para o Zn fornecido na forma inorgânica. Verifica-se que, respectivamente, 71 e 69% dos pontos ajustam-se à reta de regressão, podendo-se dizer que quanto maior a relação entre as duas formas de Zn, maior será a capacidade de fornecimento deste nutriente e a possibilidade de se estimar, a partir do teor de Zn total do solo, o teor deste micronutriente disponível. Os teores de Zn total e disponível apresentaram coeficiente de correlação significativo ao nível de 1% de probabilidade, o que está de acordo com os re-

sultados obtidos com solos do estado de São Paulo, por Brasil Sobrinho et al. (1979), e com solos da Índia, por Nair & Metha (1969).

Os níveis de Zn aplicados ao solo apresentaram coeficientes de correlação positivos e significativos com o Zn disponível no solo para as três cultivares testadas, sendo no mínimo de 0,98** para a forma inorgânica e 0,61* para a forma orgânica, e para o Zn total apenas para a forma inorgânica houve correlação significativa para este solo quando as cultivares foram 'FT 398' (0,80**) e 'IAPAR 20' (0,79**).

Os teores de Zn nas folhas das cultivares de feijão apresentaram a maior média para o tratamento residual equivalente a 9 kg de Zn/ha na forma inorgânica. Houve maior influência residual de Zn na forma inorgânica que na orgânica, podendo-se dizer, neste caso, que o Zn aplicado em tratamento de sementes não

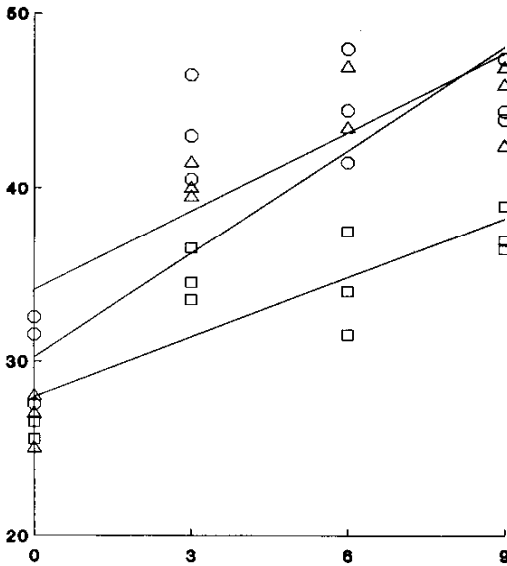


FIG. 1. Efeitos dos teores de zinco total e disponível no solo, em ppm, para as cultivares "FT 398" e "IAPAR 20" em experimento em casa de vegetação. UFPR, Curitiba, PR, 1988/89.

Zinco disponível (ppm) [Eixo das ordenadas]

Zinco total (ppm) [Eixo das abscissas]

Legenda

'FT 398'	$Y = -22,77 + 0,44 X$
	$R = 0,84^{**}$ $R^2 = 0,77^{**}$
'IAPAR 20'	$Y = -12,71 + 0,33 X$
	$R = 0,83^{**}$ $R^2 = 0,69^{**}$

teve efeito residual, o que sugere a necessidade de aplicá-lo a cada novo cultivo.

Os efeitos do Zn residual na forma inorgânica sobre o teor deste micronutriente nas folhas das três cultivares de feijão encontram-se na Fig. 2. Verifica-se que os teores de Zn nas folhas variaram de 24,0 a 45,3 ppm, e estes teores podem ser considerados normais para a cultura do feijão (Howeler 1980, Trani et al. 1983, Wilcox & Fageria 1976). Nesta Fig. encontram-se as equações de regressão e os coeficientes de correlação e a determinação do teor de Zn nas folhas, para as três cultivares de feijão, observando-se que o teor de Zn nas

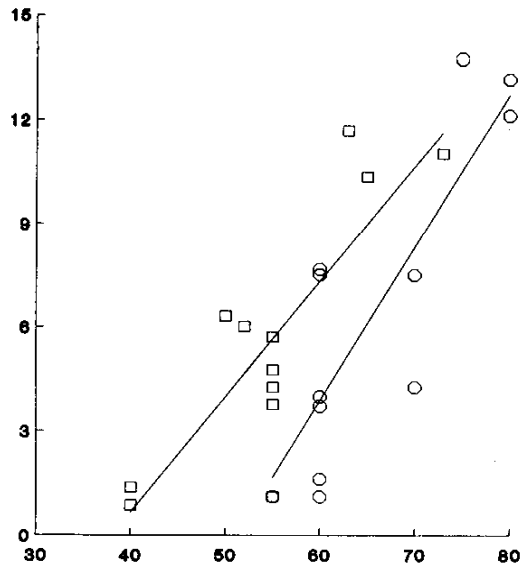


FIG. 2. Efeitos do zinco residual da forma inorgânica sobre o teor deste micronutriente, em ppm, nas folhas de três cultivares de feijão, em experimento em casa de vegetação, UFPR, Curitiba, PR, 1988/89.

Zinco nas folhas (ppm) [Eixo das ordenadas]

Níveis de sulfato de zinco (kg/ha) [Eixo das abscissas]

Legenda:

'FT 398'	$Y = 33,97 + 1,54 X$
	$R = 0,79^{**}$ $R^2 = 0,62^{**}$
'FT 120'	$Y = 30,23 + 1,99 X$
	$R = 0,88^{**}$ $R^2 = 0,77^{**}$
'IAPAR 20'	$Y = 27,95 + 1,15 X$
	$R = 0,83^{**}$ $R^2 = 0,69^{**}$

folhas teve correlação significativa ao nível de 1% de probabilidade com o resíduo de Zn inorgânico. As cultivares FT apresentaram teores foliares maiores que a IAPAR, podendo-se considerá-las mais sensíveis para este micronutriente.

Na Fig. 3 encontram-se as equações de regressão e os coeficientes de correlação e determinação entre teor de Zn disponível no solo e Zn nas folhas das três cultivares de feijão,

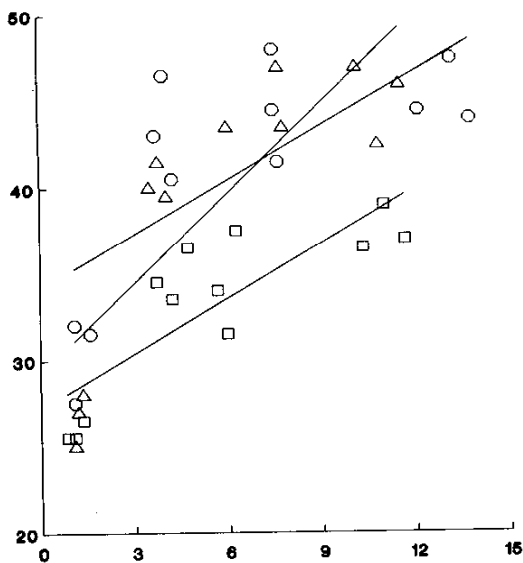


FIG. 3. Efeitos dos teores de zinco disponível no solo sobre os teores deste micronutriente nas folhas de feijoeiros, em ppm, em experimento em casa de vegetação, UF-PR, Curitiba, PR, 1988/89.

Zinco nas folhas (ppm) [Eixo das ordenadas]

Zinco disponível (ppm) [Eixo das abscissas]

Legenda

'FT 398'	$Y = 34,15 + 1,05 X$	$R = 0,71^{**}$	$R^2 = 0,50^{**}$
'FT 120'	$Y = 29,20 + 1,74 X$	$R = 0,83^{**}$	$R^2 = 0,69^{**}$
'IAPAR 20'	$Y = 27,17 + 1,06 X$	$R = 0,83^{**}$	$R^2 = 0,69^{**}$

para a forma inorgânica. Verifica-se que o teor de Zn nas folhas teve coeficiente de correlação significativo, ao nível de 1% de probabilidade, com o teor de Zn disponível no solo, para as três cultivares, e no mínimo 50% dos pontos se ajustaram à reta de regressão, o que sugere ser possível fazer estimativa do teor de Zn nas folhas a partir do teor de Zn disponível no solo. Observa-se, também, que o teor de Zn nas folhas teve comportamento semelhante quando comparado com o resíduo de Zn inorgânico e o teor deste disponível no solo.

Estes resultados estão de acordo com os relatados por Ritchey et al. (1986) com milho e Silva & Andrade (1987) com arroz.

Na Tabela 3, encontram-se os coeficientes de correlação entre Zn residual inorgânico e orgânico com o número de vagens por planta, rendimento de grão por planta, matéria seca, Zn disponível e Zn nas folhas, para os grãos por planta, matéria seca, Zn disponível e Zn nas folhas para as três cultivares. Verifica-se, na Tabela 3, que o componente de rendimento "número de vagens por planta" correlacionou-se ao nível de 1% de probabilidade com o rendimento por planta das três cultivares, tanto para Zn na forma inorgânica quanto para a forma orgânica, exceto para a cultivar 'FT 398', que foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, podendo-se dizer que o número de vagens por planta foi o componente que mais influenciou o rendimento de grãos por planta. A correlação entre número de vagens por planta com Zn residual e Zn disponível foi significativa ao nível de, no mínimo, 5% para as cultivares FT.

O efeito do Zn residual na forma inorgânica sobre o rendimento por planta foi significativo ao nível de 5%, apresentando correlação de 56% para a cultivar 'FT 398', o que demonstra ser esta cultivar mais sensível à adubação com Zn. Os modelos de equação de regressão testados não apresentaram bem a relação entre teor de Zn residual ou disponível no solo com o rendimento de grãos por planta, verificando-se resultado significativo ao nível de 5% de probabilidade para a cultivar 'FT 398', onde no mínimo 38% dos pontos se ajustam à reta de regressão.

A matéria seca das plantas correlacionou-se ao nível de 1% e 5% de probabilidade com o rendimento de grãos por planta das três cultivares, tanto para Zn residual inorgânico quanto para o orgânico, podendo ser considerado um bom indicador do rendimento de grãos por planta.

CONCLUSÕES

1. Os níveis de Zn na forma inorgânica influenciaram os teores de Zn total e disponível

TABELA 3. Coeficientes de correlação entre Zn residual inorgânico e orgânico, número de vagens/planta, rendimento/planta, matéria seca (M.S.), zinco na folha e zinco disponível, das três cultivares de feijão, em casa de vegetação, UFPR, Curitiba, PR. 1988/89.

Forma de Zn	Inorgânico					Orgânico				
	Zn residual	Zn disponível	Zn folha	M.S.	Rend./Pl	Zn residual	Zn disponível	Zn folha	M.S.	Rend./Pl
Cultivar 'FT 398'										
Nº vagens/Pl	0,65 *	0,66 **	0,56 *	0,68 **	0,78 **	0,63 *	0,58 *	-0,74 **	0,34 ^{ns}	0,59 *
Rend./Pl	0,56 *	0,59 *	0,36 ^{ns}	0,60 *		0,35 ^{ns}	0,29 ^{ns}	-0,60 *	0,59 *	
M.S.	0,78 **	0,77 **	0,50 *			0,13 ^{ns}	0,45 ^{ns}	-0,37 ^{ns}		
'FT 120'										
Nº vagens/Pl	0,50 *	0,53 *	0,19 ^{ns}	0,75 **	0,94 **	0,74 **	0,76 **	-0,14 ^{ns}	0,87 **	0,93 **
Rend./Pl	0,42 ^{ns}	0,50 *	0,17 ^{ns}	0,70 **		0,69 **	0,66 **	0,04 ^{ns}	0,78 **	
M.S.	0,52 *	0,57 *	0,11 ^{ns}			0,69 **	0,51 *	-0,25 ^{ns}		
'TAPAR 20'										
Nº vagens/Pl	-0,04 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,77 **	0,83 **	0,54 *	0,29 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,71 **	0,77 **
Rend./Pl	-0,23 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,96 **		0,00 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,77 **	
M.S.	-0,13 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,26 ^{ns}			-0,06 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	-0,12 ^{ns}		

* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade
 ** Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade
 ns Coeficiente de correlação não-significativo

OBS.: Tabelas com todos os coeficientes de correlação entre as variáveis estudadas podem ser encontradas em Melo (1990).

no solo, apresentando correlação positiva e linear.

2. Os resíduos dos níveis de Zn aplicados na forma inorgânica e dos teores de Zn disponível no solo influenciaram o teor de Zn nas folhas dos feijoeiros.

3. O maior nível de adubação com Zn na forma orgânica influenciou o teor de Zn disponível no solo, mas não teve efeito significativo sobre os teores foliares.

4. Os teores de Zn encontrados nas folhas dos feijoeiros, 24,0 a 45,3 ppm, independentemente dos tratamentos, podem ser considerados normais.

5. Houve correlação significativa entre Zn residual na forma inorgânica e rendimento de grãos para a cultivar 'FT 398'.

REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; FREIRE, O.; SILVEIRA, R. I. Zinco em alguns solos de Piracicaba. Avaliação por testes químicos. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.54, n.4, p.217-235, 1979.

COX, F. R.; KAMPRATH, E. J. Pruebas de micronutrientes em suelos. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. **Micronutrientes em Agricultura**, México: AGT, 1983. p.317-348.

DECHEN, A. R. Mecanismos de absorção e translocação de micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988, Jaboticabal. **Anais.. Jaboticabal: FCAV/UNESP - IAC-ANDA-PO-TAFÓS**, 1988. v.1, p.133-166.

FLOR, C. A. El diagnóstico de problemas en frijol. In: LOPEZ, M.; FERNANDES, F.; SCHONNEOVEN, A. van. **Frijol: Investigación y producción**. Cali: CIAT, 1985. p.385-400. -

HOWELER, R. H. Desórdenes nutricionales. In: SCHWARTZ, H. F.; GÁLVEZ, G. **Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de**

- Phaseolus vulgaris* L. Cali: CIAT, 1980, p.341-362.
- JACKSON, M. L.: **Soil chemical analysis**. Advanced Course. [S.l.]: Dept. of Soil University of Wisconsin, 1958. 991p.
- LOPES, A. S. Micronutrientes nos solos e culturas brasileiras. In: SEMINÁRIO. P, Ca, Mg, S e MICRONUTRIENTES. Situação atual e perspectivas na agricultura, 1986, São Paulo. **Anais...**, São Paulo: Manah, 1986. p.110-142.
- LUCHESE, E. B. **Disponibilidade do cobre e zinco para as plantas nos solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 106p. Tese de Mestrado.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola, adubos e adubação**. São Paulo: [s.n.], 1981. 596p.
- MELO, E. F. R. Q. **Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a níveis de zinco nas formas inorgânicas e orgânicas, em casa de vegetação e no campo**. Curitiba: UFPR, 1990. 125p. Dissertação de Mestrado em Agronomia.
- NAIR, G. G. K.; MEHTA, B. Status of zinc in soil of Western India. **Soil Science**, v.87, n.3, p.155-160, 1969.
- OLMOS ITURRI, L. J.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P.; HOCHMULER, D. P. ; FASOLO, P. J.; RAUEN, M. J. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA-SNLCS-IAPAR, 1984. v.2, p.415-791. (Boletim Técnico, 57).
- RITCHEY, K. D.; COX, F. R.; GALRÃO, E. Z.; YOST, R. S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho Escuro argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.215-225, 1986.
- SANTOS FILHO, A. Zinco total em alguns solos do Estado do Paraná. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.5, n.1, p.1-3, 1983.
- SILVA, A. R.; ANDRADE, J. M. V. Correlações entre os teores de nutrientes nas folhas do arroz e rendimento em Latossolo Vermelho Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.152-162, 1987.
- TRANI, P. E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. **Análise foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Fundação CARGILL, 1983. 18p.
- TUCKER, T. C.; KURTZ, L. T. A comparison of several chemical methods with the bioassay procedure for extracting Zinc from soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.19, n.4, p.477-481, 1955.
- WILCOX, G. E.; FAGERIA, N. K. **Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1976. 22p. (Boletim Técnico, 5).