

CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES  
POR FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.), EM DOIS SOLOS  
SUBMETIDOS À COMPACTAÇÃO\*

O. Primavesi \*\*  
F.A.F. de Mello \*\*\*  
T. Muraoka \*\*\*\*

RESUMO

Com a finalidade de observar a influência da compactação do solo sobre a concentração e acúmulo de Al e micronutrientes por 2 cultivares de feijoeiro, crescendo sobre amostras de terra de um Oxisol (LR) e um Alfisol (PVp), sem e com adubo mineral, foi realizado um experimento em vasos, com capacidade para 3,8 litros.

Pode ser verificado, na parte aérea ao final do ciclo, uma redução no teor e acúmulo de Al nas parcelas adubadas, e de elevação nas parcelas sem adubo. Nas raízes ocorreu uma redução no acúmulo de Al nas parcelas sem e com adubo, em

---

\* Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. Em tregue para publicação em 28/12/84.

\*\* CPG Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ, USP; Bolsista da EMBRAPA.

\*\*\* Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

\*\*\*\* Seção de Fertilidade do Solo, CENA, USP, Piracicaba.

ambos os solos.

A exceção do cobre que apresentou a tendência genérica de aumentar seu teor na parte aérea, com a compactação, os outros elementos apresentaram comportamento específico em função do tipo de solo, nível de fertilidade e cultivar.

Ao final do ciclo, pôde ser verificada uma tendência genérica de aumento no acúmulo de Fe e B, e redução de Zn no Oxisol, e redução de Mn, Zn e B no Alfisol, quando considerada a parte aérea. Nas raízes ocorreu uma redução na extração de todos os micronutrientes.

## INTRODUÇÃO

É notório o problema da presença em excesso do Al em solos ácidos tropicais (RAIJ, 1981; LOPES, 1983), principalmente quando são considerados seus valores relativos às bases trocáveis. Geralmente a acidez do solo que permite elevada concentração de Al na forma tóxica, também permite a solubilidade de Mn em níveis tóxicos à maioria das plantas cultivadas.

Práticas agrícolas como a aplicação de fertilizantes nitrogenados amoniacais que fazem o pH baixar, promovem uma elevação no teor e conteúdo de Al e Mn nas plantas, como por exemplo do cafeeiro (Morães, 1974, citado por MALAVOLTA, 1981).

PRIMAVESI *et alii* (1984) verificaram que ocorreu tendência de elevação de Al trocável em amostras de terra do horizonte A de Oxisol (LR) e Alfisol (PVP) em virtude da compactação, principalmente nas parcelas adubadas.

Por outro lado, diversos autores (LABANAUSKAS *et alii*, 1968; CINTRA, 1981; BERGMANN, 1981; CASTILLO *et alii*, 1982) chamam a atenção para o fato da ocorrência de variação na absorção e acúmulo de micronutrientes em diversas culturas, em função de compactação ou falta de arejamento, ocorrendo, geralmente, redução na absorção de Fe, Mn, Cu e Zn. LABANAUSKAS *et alii* (1968) citam a redução da concentração de B na parte aérea de mudas de abacateiro, e CINTRA (1980) a redução de Mn a partir de um certo nível de compactação para diversas gramíneas e leguminosas em um Oxisol.

No presente trabalho procurou-se verificar a alteração no teor e no acúmulo de Al e micronutrientes (Zn, B, Cu, Fe e Mn) na matéria seca de feijoeiro, crescendo sobre dois solos, sem e com adubo mineral, sujeitos à compactação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Num experimento realizado em casa-de-vegetação, foram cultivados os cultivares de feijoeiro Rico Pardo 896 e Aroana 80, sobre amostras de terra do Latossolo Roxo, Série Iracema (LR) e do Podzólico Vermelho Amarelo var. Piracicaba (PVp), sem e com adubo mineral, submetidos a 3 níveis de compactação.

A TFSA foi colocada em vasos metálicos cilíndricos sem dreno, com capacidade para 3,8 litros, com manutenção da umidade na faixa de tensão entre 100 a 300 mbares.

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise química das terras.

Tabela 1. Dados da análise química das terras utilizadas.

solo	pH água	C %	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .....	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> e.mg/100 g	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> TFSA	H <sup>+</sup> .....
LR	6,0	1,12	0,11	5,08	1,12	0,12	0,14	4,75
PVp	5,5	0,44	0,02	3,20	0,64	0,07	0,58	2,88

A adubação procurou elevar a saturação em bases para 80% (relação Ca:Mg:K de 9:3:1), e o nível de P disponível acima de 15 ppm. Foram utilizados CaCO<sub>3</sub>, MgSO<sub>4</sub>, KCl, supertríplo, uréia (87 kg/ha), ZnSO<sub>4</sub> (20 kg/ha).

A compactação visou atingir níveis de resistência à penetração do penetrômetro de cone de 0-8,8-17,6 kg/cm<sup>2</sup> (BRUCE, 1955; CINTRA, 1980; PRIMAVESI, 1983).

Foram cultivadas 3 plantas (plantadas em 23/12/82) por vaso até o final do ciclo (67 dias após emergência). Após a colheita, o material vegetal limpo, foi secado em estufa à 60°C, pesado e moído.

As análises químicas das plantas seguiram a metodologia descrita por SARRUGE & HAAG (1974) para a digestão, e por RUTLEDGE & McCLURG (1980) para as determinações de Al, Zn, B, Cu, Fe e Mn, através de análise por emissão com plasma induzido de argônio.

O delineamento estatístico foi um fatorial 3x2x2, em blocos ao acaso, com 4 repetições, constituindo cada solo um experimento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados de análise física.

Tabela 2. Densidade do solo e macroporosidade das amostras de terra, em função dos níveis de compactação.

solo	NC	densidade do solo (g/cm <sup>3</sup> )	macroporosidade(%)	
			total	efetiva
LR	0	1,14	20,1	18,4
	1	1,30	11,3	9,8
	2	1,36	8,9	6,5
PVp	0	1,42	9,2	7,7
	1	1,49	5,8	4,9
	2	1,63	3,3	3,1

Obs.: NC = nível de compactação; macroporosidade efetiva = total - poros bloqueados (PB).

### A. Concentração e Acúmulo de Al

A Tabela 3 mostra a variação no teor de Al existente na matéria seca de feijoeiro, em função dos níveis de compactação dos solos.

Analisando os resultados, verifica-se no LR, na parte aérea, uma tendência de redução nos teores nas parcelas adubadas (Rico Pardo e Aroana nas parcelas sem/com): 39,8/-23,7% e 20,1/-10,5%. Nas raízes o comportamento foi de 6,3/-2,5% e -7,0/4,0%. No PVp, para Rico Pardo e Aroana nas parcelas sem/com adubo, ocorreu o seguinte comportamento: 33,5/-28,6% e 21,7/-26,8% na parte aérea; e nas raízes: 8,1/-10,8% e 0,6/-3,1%.

Tabela 3. Teores de Al (ppm) na matéria seca de feijoeiro.

solo	NC	parte aérea				raízes			
		Rs	Rc	As	Ac	Rs	Rc	As	Ac
LR	0	523	201	204	170	18100	21045	19140	19735
	1	865	156	249	171	18420	16260	18050	19900
	2	731	119	245	153	19240	15835	17805	20525
	0	693	458	368	381	9964	10455	12635	12780
	1	713	358	425	336	9263	9379	12590	12468
	2	925	327	448	279	9154	9323	12560	12385

Obs.: NC = nível de compactação; R/A = Rico Pardo/Aroana; s/c = sem/com adubo; LR = Latossolo Roxo; PVp = Podzólico Vermelho Amarelo.

Na tabela 4 são apresentados os valores de acúmulo de Al na matéria seca de feijoeiro. Mostram que no LR, na parte aérea de Rico Pardo e Aroana, nas parcelas sem/com adubo, ocorre uma tendência de: 43,8/-33,6% e 20,7/-15,0%. Nas raízes a tendência foi: -19,7/-7,7% e -8,0/-0,1%. Já no PVp, um comportamento na parte aérea de Rico Pardo e Aroana, nas parcelas sem/com adubo de: 25,1/-32,0% e -27,7/-28,6%. E nas raízes de: -34,3 / -45,2% e -6,5/-48,2%.

Em termos genéricos a tendência no acúmulo de Al na parte aérea é o de redução nas parcelas adubadas. Nas raízes ocorre uma tendência geral de Al independente da fertilidade do solo.

Tabela 4. Acúmulo de Al ( $\mu\text{g/planta}$ ) na matéria seca de feijoeiro, em função da compactação dos solos.

solo	NC	parte aérea				raízes			
		Rs	Rc	As	Ac	Rs	Rc	As	Ac
LR	0	1441	836	628	811	16639	33462	16748	17564
	1	2404	859	770	975	15381	18943	15974	16716
	2	2072	571	758	829	15777	17498	15401	16728
PVp	0	959	1769	719	1499	5779	7319	7455	8179
	1	978	1337	580	1308	4770	4924	7050	5798
	2	1200	1203	520	1070	3799	4009	6971	4248

Obs.: NC = nível de compactação; R/A = Rico Pardo/Aroana; s/c = sem/com adubo.

## B. Concentração de Micronutrientes

A Tabela 5 apresenta os teores de micronutrientes na parte aérea e a Tabela 6 nas raízes (no final do ciclo).

Comparando os teores de micronutrientes das Tabelas 5 e 6, em função dos níveis de compactação 0 e 2 (T e 2 no LR com adubo), verificam-se diversas tendências de variação, na matéria seca à florada, e na matéria seca da parte aérea e das raízes ao final do ciclo.

### a) zinco

A concentração de Zn na parte aérea na florada, no LR, apresentou tendência genérica de aumento, sendo nas parcelas sem/com adubo de 3,0/3,4% para Rico Pardo e -13,0/15,6% para Aroana. Já no PVp ocorreram tendên-



Tabela 6. Concentração de micronutrientes (ppm) na matéria seca das raízes no final do ciclo do feijoeiro.

	NC	LR - 2 <sup>a</sup>				PVP - 2 <sup>a</sup>			
		Rs	Rc	As	Ac	Rs	Rc	As	Ac
Zn	0	106	113	71	99	112	148	130	112
	1	95	117	79	104	111	139	134	128
	2	75	133	71	113	94	135	109	133
B	0	15	8	11	11	13	7	17	11
	1	13	8	10	10	13	16	18	17
	2	12	10	9	7	12	10	16	19
Cu	0	63	61	77	68	57	41	60	21
	1	68	60	67	68	59	44	64	20
	2	63	60	64	68	40	42	63	20
Fe	0	21870	21755	21980	20715	4811	5474	5812	5863
	1	18545	19040	19455	21705	6290	6937	5571	7541
	2	18445	19055	19175	21685	4888	5570	6522	6090
Mn	0	275	467	284	502	185	316	267	480
	1	199	229	214	244	169	692	162	478
	2	194	220	210	230	151	498	210	668

Obs.: R/A = Rico Pardo/Aroana; s/c = sem/com adubo; NC = nível de compactação.

cias opostas entre parcelas sem/com adubo: 17,1/ -14,6% para Rico Pardo e 9,1/-4,4% para Aroana.

No final do ciclo, verificou-se, respectivamente para Rico Pardo e Aroana, as seguintes variações: -3,2/5,6% e -2,4/2,9% no LR, e -6,3/-15,4% e 12,0/-10,2% no Pvp. A nível de raízes foi: -29,2/17,7% e 0,0/14,1% no LR, e -16,1/-8,8% e -16,2/18,8% no PVp.

As concentrações de Zn variaram de 29 a 47 ppm no LR e entre 41 a 54 ppm no PVp à florada, na parte aérea. No final do ciclo, entre 35 a 67 ppm no LR e entre 50 a 70 ppm no PVp. Nas raízes entre 71 a 133 ppm no LR e entre 94 a 148 ppm no PVp.

#### b) boro

A concentração de boro na parte aérea, na florada, para Rico Pardo e Aroana, sem/com adubo, apresentou as seguintes tendências com a compactação: 3,3/-3,3% e 0,0/11,1% no LR, e -20,7/-5,7% e 0,0/0,0% no PVp. Na parte aérea ao final do ciclo foi: 2,1/15,2% e -5,3 / 7,4% no LR, e -12,5/-20,0% e -11,5/-13,3% no PVp. Nas raízes foi: -20,0/25,0% e -18,2/-36,4% no LR, e -7,7 / 42,9% e -5,9/72,7% no PVp.

A concentração de B nos tecidos variou na parte aérea à florada, de 27 a 35 ppm no LR, e de 15 a 29 ppm no PVp. No final do ciclo, de 27 a 52 ppm no LR, e de 13 a 32 ppm no PVp na parte aérea, e nas raízes de 8 a 15 ppm no LR, e de 7 a 19 ppm no PVp.

#### c) cobre

Os teores de cobre na parte aérea à florada, para Rico Pardo e Aroana, apresentaram as seguintes tendências com o aumento da compactação nas parcelas sem/com adubo: 0,0/20,0% e 28,6/28,6% no LR, e 0,0/14,3% e 42,9/

12,5% no PVp. Ao final do ciclo para a parte aérea foi de 0,0/16,7% e 0,0/0,0% no LR, e 0,0/12,5% e 22,2/11,1% no PVp. Nas raízes, de 0,0/-1,6% e 16,9/0,0% no LR, e -29,8/2,4% e 5,0/-4,8% no PVp.

As concentrações de cobre no tecido variaram na parte aérea à florada, de 5 a 9 ppm no LR e de 7 a 11 ppm no PVp. No final do ciclo, de 6 a 10 ppm no LR e de 8 a 11 ppm no PVp. Nas raízes, de 60 a 77 ppm no LR e de 20 a 64 ppm no PVp.

#### d) ferro

Os teores de Fe na parte aérea à florada, para Rico Pardo e Aroana, mostraram as seguintes tendências nas parcelas sem/com adubo: -17,6/-20,3% e -25,3/-11,7% no LR, e 28,4/-17,9% e -21,4/-29,6% no PVp. Na parte aérea, ao final do ciclo, de -28,4/-29,9% e -4,3/8,5% no LR, e de 36,4/-24,7% e 70,1/-12,2% no PVp. Nas raízes de -15,7/24,6% e -12,8/15,1% no LR, e 1,6/1,8% e 12,2/3,9% no PVp.

As concentrações de Fe variaram, na parte aérea à florada, de 144 a 244 ppm no LR, e de 134 a 297 ppm no PVp. No final do ciclo, na parte aérea, de 223 a 1163 ppm no LR e 321 a 1009 ppm no PVp. Nas raízes, de 18445 a 21980 ppm no LR, e de 4811 a 6937 ppm no PVp.

#### e) manganês

A concentração de Mn na parte aérea à florada, para Rico Pardo e Aroana, nas parcelas sem/com adubo, variou de -57,1/-56,7% e -32,8/-59,5% no LR, e 43,4/82,1% e 59,4/-47,8% no PVp. No final do ciclo, na parte aérea, variou de -25,5/-54,5% e 1,1/-52,7% no LR, e 6,6/-15,4% e 5,8/-21,0% no PVp. Nas raízes, de -29,5/31,4% e -26,1/18,6% no LR, e de -18,4/57,6% e -21,3/39,2% no PVp.

Os teores de Mn variaram, na parte aérea à florada, de 54 a 237 ppm no LR, e de 69 a 427 ppm no PVp. No final do ciclo, na parte aérea, de 90 a 303 ppm no LR e de 106 a 532 ppm no PVp. Nas raízes, de 199 a 502 ppm no LR, e de 162 a 692 ppm no PVp.

Em termos genéricos, considerando a parte aérea no final do ciclo e os graus crescentes de compactação, que promoveram a redução de produção de matéria seca, verifica-se uma tendência de aumento na concentração de cobre (até 22,2%). No PVp, verifica-se ainda a tendência de redução dos teores de B, bem como dos de Fe e de Mn nas parcelas adubadas, sendo que nas sem adubo a tendência foi de aumento.

A nível de raízes pode ser constatada a redução no teor de B nas parcelas sem adubo. Ainda pode ser verificada a redução de Mn e Fe no LR, e aumento de Fe no PVp com o aumento da compactação.

### C. Acúmulo de Micronutrientes

A Figura 1 ilustra as variações do acúmulo de micronutrientes na florada. As Figuras 2 e 3 representam a mesma variação no final do ciclo, no LR. Para o PVp, a Figura 4 ilustra as variações à florada e as Figuras 5 e 6 ao final do ciclo.

Analisando os resultados, verificam-se as seguintes tendências de comportamento:

#### a) zinco

No LR, o acúmulo de Zn na parte aérea à florada, de Rico Pardo e Aroana, nas parcelas sem/com adubo, variou de -12,3/-6,8% e -2,6/-2,3%, e no final do ciclo, de -0,4/-7,9% e 0,7/-2,4%. Nas raízes, de -36,6/7,8% e -14,4/6,1%. No PVp, a variação na parte aérea à florada foi -1,6/-36,4% e -18,9/-30,5%, e no final do ciclo de

-14,1/-19,3% e -31,9/-12,2%. Nas raízes, de -39,2 / -44,0% e -20,4/-35,1%.

### b) boro

A variação na acumulação de B pela parte aérea à florada, de Rico Pardo e Aroana, nas parcelas sem/com adubo, foi de -11,5/38,0% e 11,8/-6,8%, e ao final do ciclo, de 3,0/0,5% e 20,8/2,0%. Nas raízes, de -39,8/18,6% e -19,1/-31,7%, considerando o LR. No PVp, a variação na parte aérea à florada foi de -34,1/-29,8% e -25,6 / -26,0%, e no final do ciclo de -19,8/-23,7% e -46,2 / -15,3%. Nas raízes, de -33,2/-12,2% e -10,7/-5,5%.

### c) cobre

A acumulação de Cu na parte aérea, na florada, por Rico Pardo e Aroana, nas parcelas sem/com adubo, foi de -15,8/73,3% e 41,7/10,5%, e no final do ciclo de 14,3/ 1,8% e 17,4/-5,1%. Nas raízes, de -24,8/-5,1% e -17,8/ -2,4%, considerando o LR. No PVp, a parte aérea à florada apresentou uma variação de acúmulo de -18,2/-16,7% e 0,0/-18,5%, e no final do ciclo de -8,4/7,3% e -25,7 / 8,6%. No sistema radicular, de -26,4/-37,1% e -0,3 / -47,9%.

### d) ferro

A variação no acúmulo de Fe na parte aérea, na florada, por Rico Pardo e Aroana, nas parcelas sem/com adubo, de LR, foi de -29,6/14,3% e -16,4/25,8%, e no final do ciclo, de 26,0/8,7% e -3,6/9,3%. Nas raízes, de -36,6/-5,1% e -13,8/-2,5%. No PVp, a variação na parte aérea à florada foi de 7,9/-39,0% e -42,5/-48,7%. e no final do ciclo de 24,9/-28,2% e 3,5/-14,2%. E no sistema radicular, de -26,4/-37,5% e 6,5/-43,2%.

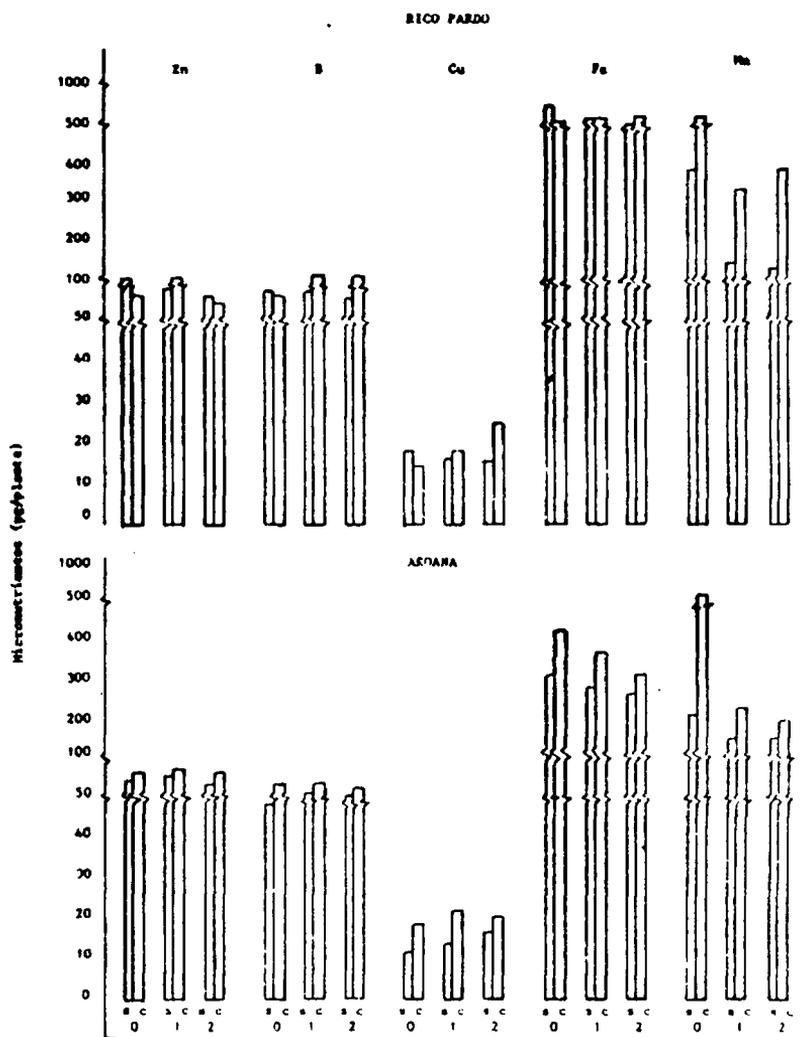


Figura 1. Acúmulo de micronutrientes pela parte aérea dos feijoeiros Rico Pardo e Aroana, na flora da no LR.

Obs.: s/c = sem/com adubo; 0-1-2 = níveis de compactação.

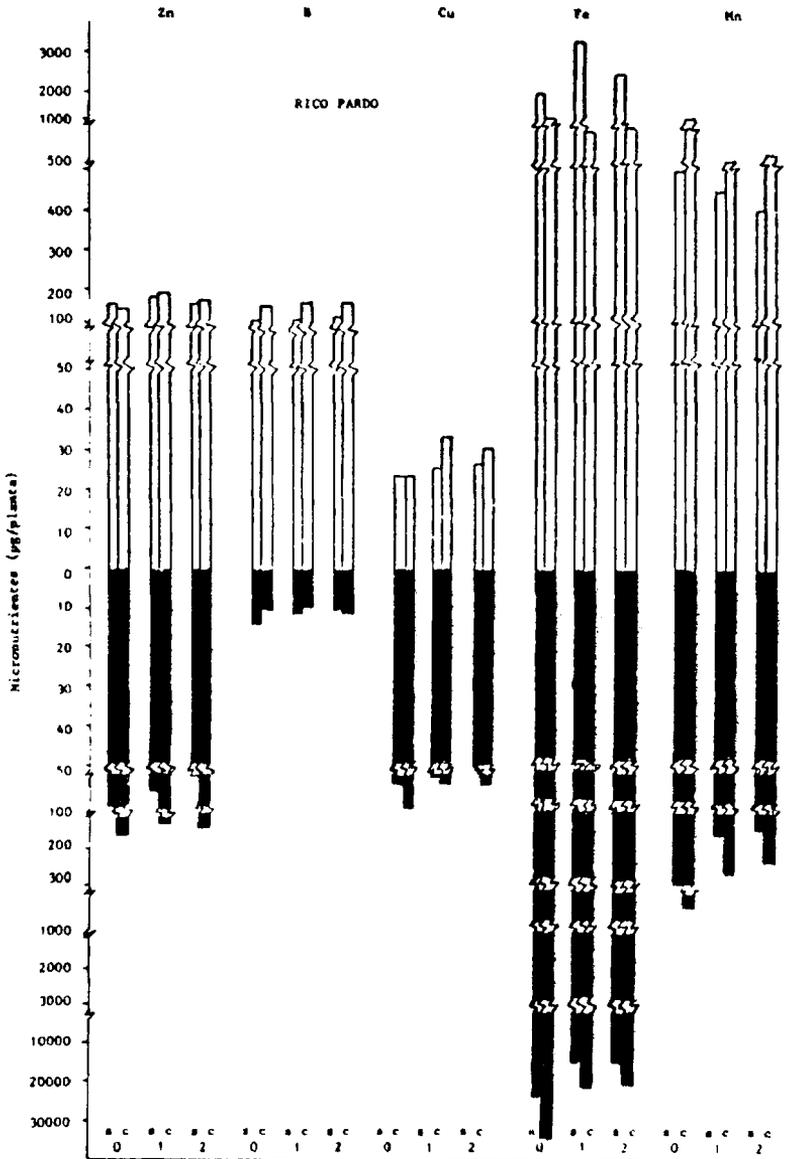


Figura 2. Acúmulo de micronutrientes pela parte aérea e radicular do feijoeiro Rico Pardo, ao final do ciclo no LR.  
 Obs.: s/c = sem/com adubo; 0-1-2 = níveis de compactação.

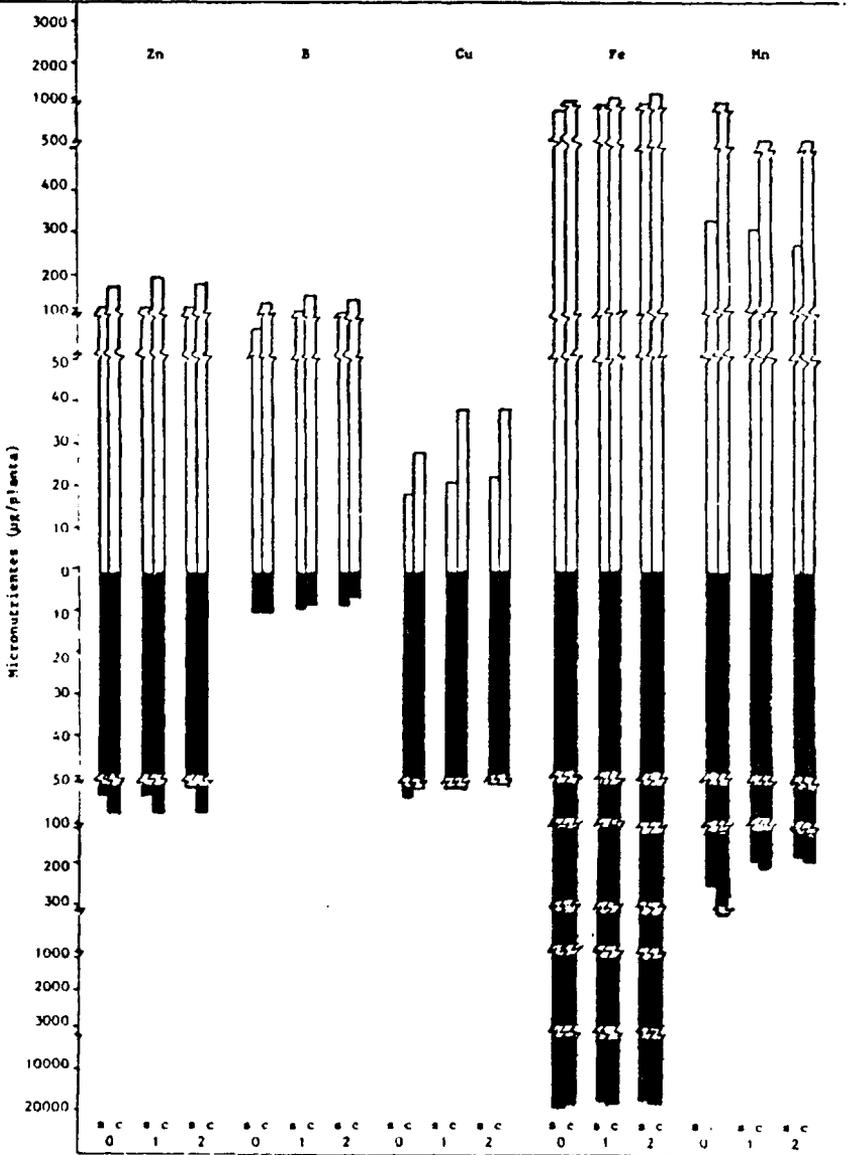


Figura 3. Acúmulo de micronutrientes pela parte aérea e radicular do feijoeiro Aroana, ao final do ciclo no LR.  
 Obs.: s/c = sem/com adubo; 0-1-2 = níveis de compactação.

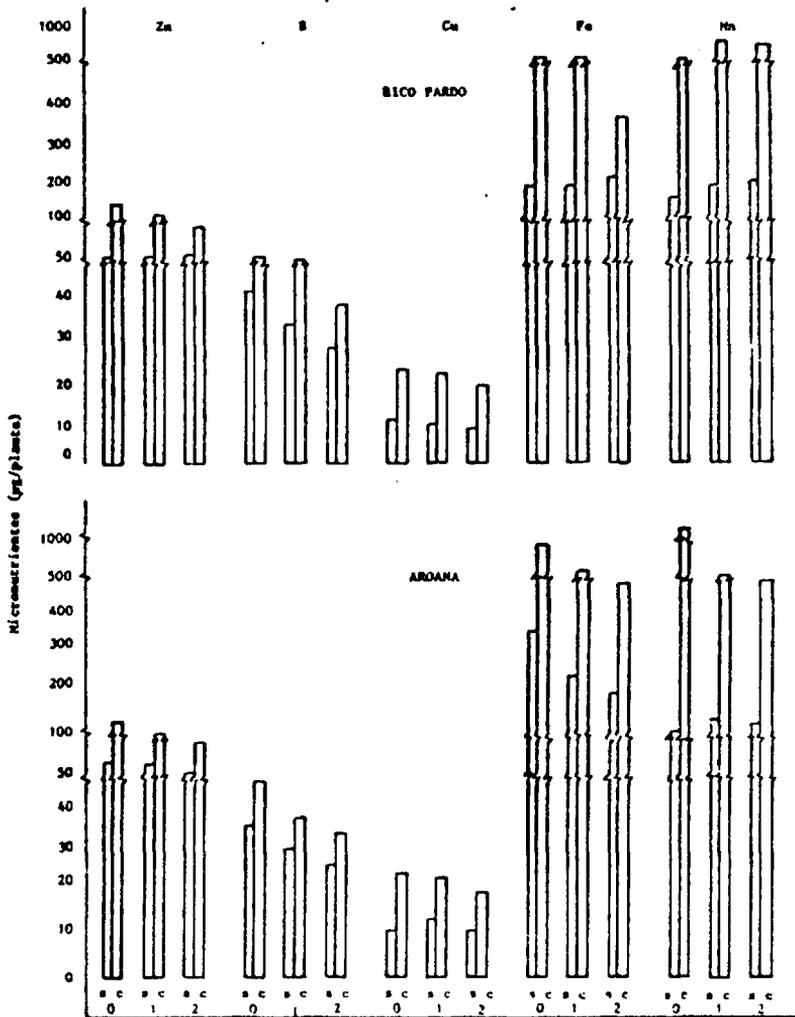


Figura 4. Acúmulo de micronutrientes na parte aérea dos feijoeiros Rico Pardo e Aroana, na flora da no PVp.  
 Obs.: s/c = sem/com adubo; 0-1-2 = níveis de compactação.

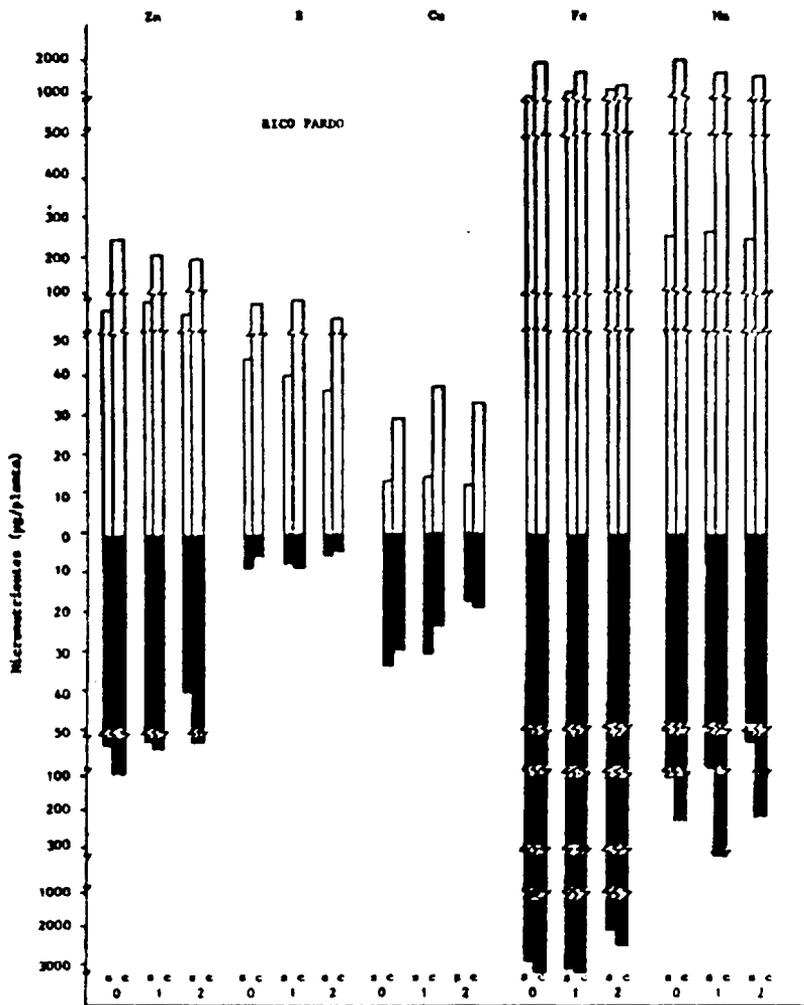


Figura 5. Acúmulo de micronutrientes na parte aérea e radicular do feijoeiro Rico Pardo, no final do ciclo no PVp.  
Obs.: s/c = sem/com adubo; 0-1-2 = níveis de compactação.

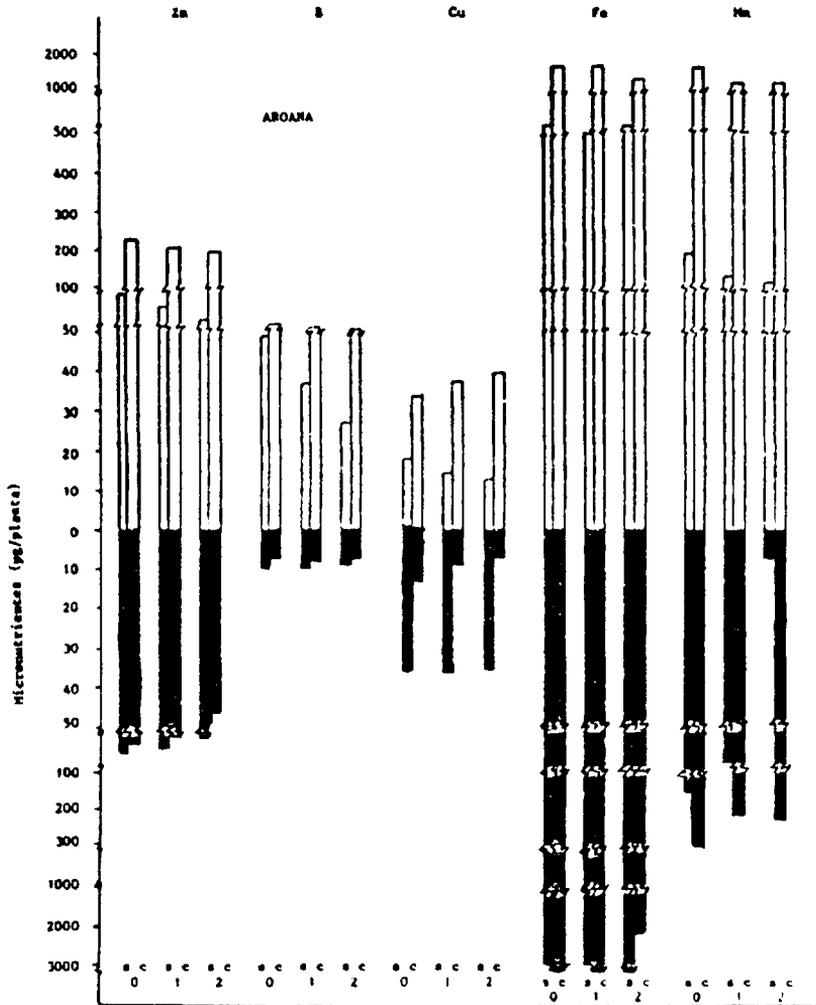


Figura 6. Acúmulo de micronutrientes na parte aérea e radicular do feijoeiro Aroana, no final do ciclo no PVp.  
 Obs.: s/c = sem/com adubo; 0-1-2 = níveis de compactação.

### e) manganês

Ocorreu variação no acúmulo de Mn na parte aérea, na florada, por Rico Pardo e Aroana, nas parcelas sem/ com adubo de LR, de -63,4/-37,7% e -25,0/-65,0%, e ao final do ciclo, de -23,4/3,8% e -18,2/-1,0%. Nas raízes de -46,9/-8,9% e -26,9/-8,0%. No PVP, o Mn mostrou uma variação em seu acúmulo na parte aérea à florada, de 20,5/35,0% e 16,2/-62,0%, e no final do ciclo de -2,5/-19,3% e -35,6/-22,8%. Nas raízes, de -40,9/-3,2% e -25,3/-23,9%.

Considerando o final do ciclo e os níveis de compactação do solo, que promoveram redução de acúmulo de matéria seca, verifica-se, em termos genéricos, para a parte aérea, uma tendência de aumento no acúmulo de Fe (até 26,0%) e B (até 20,8%), bem como uma redução de Zn (até 7,9%). Para as raízes, uma redução na extração de todos os micronutrientes: Mn (até 46,9%), B (até 39,8%), Fe (até 36,6%), Zn (até 36,6%), Cu (até 24,8%). A ordem decrescente de redução foi:  $Zn > Mn > Fe = B = Cu$  para a parte aérea, e  $Mn = Fe = Cu > B > Zn$  para as raízes, no LR. No PVP verificou-se uma tendência de redução na extração de Mn (até 35,6%), Zn (até 31,9%) e de B (até 46,2%). Nas raízes verificou-se a tendência de redução de todos os micronutrientes em estudo. A ordem decrescente de redução foi de  $B = Mn = Zn > Fe = Cu$  para a parte aérea, e  $Cu = Zn = Mn = B > Fe$  nas raízes.

Ocorreu resposta diferencial de acúmulo em função do estágio da cultura, adubação mineral e cultivar.

### CONCLUSÕES

Considerando os dados levantados ao final do ciclo, pode-se concluir que o aumento do grau de compactação levou a uma variação no comportamento dos teores e das extrações de Al e micronutrientes. Em termos genéricos, ocorreu uma tendência de:

- a) redução, na parte aérea, no teor e no acúmulo de Al nas parcelas adubadas e aumento nas sem adubo.
- b) redução, nas raízes, na extração de Al, independente do nível de fertilidade.
- c) aumento no acúmulo de Cu na parte aérea.
- d) variação nos teores de Zn, B, Fe e Mn em função do tipo de solo, nível de fertilidade e especialmente do cultivar utilizado. O Mn reduziu concentração nas parcelas sem adubo, a nível de raiz.
- e) aumento no acúmulo de Fe e B no LR, pela parte aérea.
- f) redução no acúmulo de Zn no LR, e de Mn, Zn e B no PVp, pela parte aérea.
- g) redução no acúmulo de todos os micronutrientes pelas raízes, independente de solo e fertilidade.

## SUMMARY

### CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF AL AND MICRONUTRIENTS BY COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.), IN TWO SOILS SUBJECTED TO COMPACTION

With the goal to observe the influence of the soil compaction on the concentration and accumulation of the Al and the micronutrients by 2 bean cultivars growing on soil samples of an Oxisol (LR) and an Alfisol (PVp), with and without fertilizer, a 3,8 liter pot experiment was carried out.

It could be verified, at the end of the growing stage, a reduction of the con-

centration and accumulation of the Al in the fertilized pots, and the increase in the not fertilized pots. In the roots occurred a decrease on the accumulation of Al in both fertilized and not fertilized soils.

With increasing compaction, Cu presented a general tendency to increase in the shoots, and the other micronutrients (Zn, B, Fe, Mn) showed a specific behavior due to the soil type, the fertility level and the cultivar.

At the end of the growing cycle, it could be verified a general tendency in increase on accumulation of Fe and B, and decrease on Zn in the Oxisol, and decrease on the Mn, Zn and B accumulation in the Alfisol, considering the above ground part. In the roots all micronutrients decreased their accumulation.

#### LITERATURA CITADA

- BERGMANN, W., 1981. Agrochemische Aspekte der Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanzen aus dem Unterboden. Im Blickfeld, 57: 2-9.
- BRUCE, R.R., 1955. An instrument for the determination of soil compactability. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 19(3): 253-257.
- CASTILLO, S.R.; R.H. DOWDY; J.M. BRADFORD; W.E. LARSON, 1982. Effect of applied mechanical stress on plant growth and nutrient uptake. Agron. J., 74(3): 526 - 530.

- CINTRA, F.L.D., 1980. Caracterização do impedimento mecânico em latossolos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 89p. (Dissertação de Mestrado).
- LABANAUSKAS, C.K.; L.H. STOLZY; G.A. ZENTMYER; T.E.SZUSZKIEWICZ, 1968. Influence of soil oxygen and soil water on the accumulation of nutrients in avocado seedlings (*Persea americana* Mill.). *Plant and Soil*, 29(3): 391-406.
- LOPES, A.S., 1983. Solos sob "cerrado": características, propriedades e manejo. Piracicaba, Inst.Potassa & Fosfato/Inst. Intern. Potassa, 162p.
- MALAVOLTA, E., 1981. Manual de química agrícola: adubos e adubação. São Paulo, Ed. Agron. Ceres, p.211.
- PRIMAVESI, O., 1983. Nutrição mineral de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em dois solos sujeitos à compactação. Piracicaba, ESALQ/USP, 142p. (Dissertação de Mestrado).
- PRIMAVESI, O.; F.A.F. de MELLO; P.L. LIBARDI, 1984. Influência da compactação em características químicas e propriedades físicas de amostras de solos cultivadas com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, 41: 465-483.
- RAIJ, B. van, 1981. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Inst. Potassa & Fosfato/Inst. Intern.Potassa, 142p.
- RUTLEDGE, B.E.; J.E. McCLURG, 1980. Plant tissue analysis by inductively coupled Argon Plasma Spectrometry. *Jarrel Ash Plasma Newsletter*, 3(3): 4-5.
- SARRUGE, J.R.; H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Dep. Química, ESALQ/USP, 56p.

