

EFEITO DO NÍVEL DE FERTILIDADE DE DOIS SOLOS SUBMETIDOS À COMPACTAÇÃO SOBRE O COMPORTAMENTO DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES POR FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.).*

O. PRIMAVESI**
F.A.F. DE MELLO***
T. MURAOKA****

RESUMO

Foi realizado um experimento em casa de vegetação com terra do horizonte A de um Oxisol (LR) e de um Alfisol (PVp), confinados em vasos com capacidade para 3,8 litros, cultivada com duas variedades de feijoeiro, em parcelas sem e com adubo mineral.

*Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP Piracicaba. Entregue para publicação em 30/04/86.

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

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

****Seção de Fertilidade do Solo, CENA/USP, Bolsista do CNPq.

As terras foram submetidas à compactação e mantidas à umidade de entre 100 e 300 mbares de tensão.

A matéria seca, que normalmente reduziu seu acúmulo com o aumento do nível de compactação, teve seu compartimento afetado pelo nível de fertilidade, mas sua intensidade de acúmulo afetada pelo tipo de solo.

Considerando os valores absolutos dos elementos acumulados, verificou-se que o nível de fertilidade afeta o comportamento de N, P, Ca, B, Cu e Fe considerando a parte aérea, e o comportamento de K, Mg e Zn na parte radicular.

Considerando os valores relativos, o nível de fertilidade afeta somente o comportamento de Ca, Zn e B na parte aérea de feijoeiro, e o comportamento de Ca, Zn, B, Fe e Mn no sistema radicular.

INTRODUÇÃO

A compactação do solo aparece como um dos fatores importantes na redução do acúmulo de matéria seca vegetal (DAY & HOLMGREEN, 1952; PHILLIPS & KIRKHAM, 1962; WITSELL & HOBBS, 1965; CASTILLO et alii, 1982; CINTRA, 1980),

e que pode ocorrer devido a problemas de drenagem e aeração (WATSON Jr. et alii, 1951; MCKEE & LANGILLE, 1967), ou à produção de substâncias tóxicas (ROWE & BEARDSELL, 1973; BERGMANN, 1981), ou a problemas de salinidade (MARCOS & FREIRE, 1980), embora possa haver exceções (ROSENBERG & WILLITS, 1962).

Ao mesmo tempo a compactação, ou redução dos poros de aeração, traz problemas com a disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas (LABANAUSKAS et alii, 1968; BERGMANN, 1981; CASTILLO et alii, 1982; CINTRA, 1980; PRIMAVESI, 1983).

Porém, alguns autores conseguiram tornar o problema com o emprego de fertilizantes (PHILLIPS & KIRKHAM, 1962), ou de fertilizantes e de água (WITTSELL & HOBBS, 1965).

O presente trabalho deseja verificar a influência do nível de fertilidade sobre o comportamento do acúmulo de matéria seca e nutrientes por feijoeiro crescendo sobre dois solos submetidos à compactação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram cultivados os cultivares Rico Parado 896 e Aroana 80 sobre amostras de terra do horizonte A de um Latossolo Roxo, Série Iracema (LR) e o Podzólico Vermelho Amarelo var. Piracicaba (PVP), sem e com adubo, submetidas à três níveis de compactação.

A TFSA foi acondicionada em vasos metálicos cilíndricos sem dreno, com capacidade

para 3,8 litros, e mantida numa faixa de umidade entre 100 a 300 mbares de tensão.

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

A adubação visava atingir uma saturação em bases de 80% (relação Ca:Mg:K de 9:3:1), e elevar o nível de P disponível acima de 15ppm. Foram utilizados CaCO_3 , MgSO_4 , KCl , superfosfato triplo, uréia (87 kg/ha), ZnSO_4 (20 kg/ha).

TABELA 1. Dados de análise química das terras utilizadas.

Solo	pH	C	PO_4^{3-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Al^{3+}	H^+
	água	%e.mg/100 g TFSA.....					
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 compactação visava atingir níveis de resistência à penetração do penetrômetro de cone de 0 - 8,8 - 17,6 kg/cm^2 (BRUCE, 1955 ; CINTRA, 1980; PRIMAVERSI, 1983).

No dia 23/12/82 foram semeadas cinco sementes de feijão, inoculadas, por vaso, raleadas para três plantas, que foram conduzidas até o final do ciclo (67 dias após a emergência). As sementes foram cobertas com 3 cm de terra solta. O material vegetal após colhido, limpo e seco em estufa com ventilação forçada a 60°C, foi pesado e moído. As raízes foram extraídas da terra por lavagem, em peneira com malha de 2 mm de diâmetro.

As análises químicas vegetais seguiram a metodologia descrita por SARRUGE & HAAG (1974) para a digestão e determinações de N e K, e por RUTLEDGE & McCLURG (1980) para as determinações dos outros elementos através de análise por emissão com plasma induzido de argônio.

O delineamento estatístico foi um fatorial $3 \times 2 \times 2$, em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada solo um experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados de análise física dos solos (PRIMAVESI, 1983).

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

Solo	NC	<u>densidade do solo</u>	<u>Macroporosidade (%)</u>	
		(g/cm ³)	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 menos poros bloqueados.

As Tabelas 3 e 4 apresentam respectivamente os valores absolutos acumulados de macro e micronutrientes, além de matéria seca e alumínio.

As Tabelas 5 e 6 apresentam os valores relativos dos elementos extraídos, a fim de facilitar a verificação do comportamento de cada elemento no conjunto.

Observando as Tabelas 3 e 4, verifica-se que para a parte aérea, a adubação promove aumentos de produção de matéria seca, e que são muito maiores no PVp (149,7 a 176,6%) que no LR (79,8 a 83,3%). Quanto aos macronutrientes, considerando a média dos valores dos níveis de compactação com produção máxima a mínima de matéria seca, também o PVp apresenta valores maiores que o LR. Assim no PVp/LR, ocorreram aumentos para P (404,3 a 415,9%/68,6 a 82,9%), para K (352,7 a 413,2%/168,2 a 187,6%), para Mg (183,7 a 236,8%/66,6 a 115,7%), para Ca (175,6 a 185,5%/42,8 a 125,7%), para N (90,6 a 95,1%/46,8 a 81,7%), havendo para o total de macronutrientes considerados extraídos um aumento de 194,4 a 208,7%/81,9 a 119,6%.

Para o sistema radicular verifica-se diferenças varietais no comportamento do acúmulo de macronutrientes, ocorrendo geralmente aumentos maiores no LR que no PVp (exceto para P e Ca), inclusive para a matéria seca. Destaca-se o aumento no acúmulo fora do comum de K nas parcelas adubadas no LR (154,2 a 386,5%). Deve ser ressaltado que o cultivar Aroana 80 apresentou uma tendência de reduzir a produção de matéria seca radicular nas parcelas adubadas, bem como reduzir o acúmulo de

TABELA 3. Acúmulo de matéria seca (g/planta) e de macronutrientes (mg/planta) pela parte aérea e radicular de feijão.

Gr- São	Solo	Adubo	NC	m.s.		N		P		K		Ca		Mg		TOTAL	
				RP	A	RP	A	RP	A	RP	A	RP	A	RP	A	RP	A
				0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1
PA	LR	sem	0	2,77	3,05	71,19	72,31	0,31	8,03	55,95	50,09	67,31	42,64	18,01	12,67	220,77	153,74
			1	2,79	3,10	73,31	76,57	8,37	9,30	54,13	57,35	57,80	45,60	18,41	14,57	215,02	207,35
			2	2,65	3,11	69,56	68,73	9,09	5,64	48,74	55,67	68,69	51,00	20,24	14,53	216,62	159,97
		com	0	4,18	4,77	54,47	101,12	12,54	14,79	132,33	85,27	75,37	25,92	21,00	361,95	350,61	
			1	5,50	5,72	107,25	128,70	15,55	16,02	151,80	148,72	100,65	98,96	33,00	28,03	408,65	420,43
			2	4,80	5,43	98,88	127,61	14,40	16,29	149,28	156,38	93,60	112,40	30,72	31,49	385,88	444,17
PVp	sem	0	1,43	1,94	34,03	44,62	2,43	3,10	24,60	31,04	27,31	22,12	7,29	7,37	55,66	108,25	
		1	1,35	1,38	42,95	42,00	2,09	1,93	21,96	23,46	26,97	17,94	7,37	5,65	101,34	91,07	
		2	1,31	1,18	39,43	34,22	1,57	1,30	17,65	18,29	28,30	18,41	7,86	5,66	95,25	77,88	
	com	0	3,28	3,94	67,12	75,65	10,85	10,54	112,13	117,81	89,32	52,40	23,28	16,94	293,71	273,44	
		1	3,75	3,51	84,00	66,41	12,00	11,34	131,25	126,29	81,75	63,73	27,38	19,16	336,38	306,53	
		2	3,70	3,85	72,89	78,16	11,84	11,55	104,41	105,49	78,44	59,29	27,75	20,02	295,63	274,51	
RA	LR	sem	0	1,09	0,63	28,12	21,82	2,40	1,67	2,94	1,23	16,35	16,98	2,07	1,32	52,97	43,02
		1	0,84	0,29	21,17	22,43	2,10	1,87	3,70	1,78	12,93	10,16	2,35	1,87	41,75	43,75	
		2	0,82	0,87	19,93	22,27	1,97	1,83	2,62	1,74	11,48	15,23	2,13	1,74	38,13	42,81	
	com	0	1,59	0,99	40,27	24,30	5,09	2,31	29,73	3,65	18,29	12,10	3,82	1,60	103,20	43,96	
		1	1,17	0,34	30,69	21,75	3,74	1,93	18,84	3,61	13,69	10,16	3,04	1,63	70,20	35,14	
		2	1,11	0,82	30,41	18,53	3,33	1,89	8,21	3,94	12,59	9,76	2,69	1,56	57,83	35,68	
PVp	sem	0	0,58	0,58	13,98	15,58	0,93	1,00	2,67	1,42	5,80	6,61	1,62	1,24	25,00	25,85	
		1	0,51	0,25	13,51	13,55	0,38	0,78	2,34	2,18	5,25	7,45	1,40	0,99	23,18	25,47	
		2	0,42	0,56	9,74	13,22	0,71	0,90	1,80	1,62	5,45	7,17	1,72	0,98	19,31	24,53	
	com	0	0,70	0,64	16,80	14,02	1,89	1,34	3,57	1,60	9,10	6,66	1,85	1,34	33,25	24,96	
		1	0,53	0,47	12,14	9,64	1,59	1,08	2,97	1,41	7,79	5,03	1,80	0,99	26,29	16,15	
		2	0,43	0,35	9,72	7,14	1,16	0,77	2,69	1,23	6,02	4,31	1,55	0,98	20,94	14,43	

Obs: PA=parte aérea; Ra=Raízes; NC=nível de compactação; sem/com/adubo: sem/com/adubo; RP/A=Rico Pardo/Aroens; m.s.=matéria seca; LR/PVp= Latossolo Roxo/Podzólico Vermelho Amarelo.

TABELA 4. Acúmulo de micronutrientes e Al (mg/planta) pela parte aérea e radicular de feijãoiro.

Gr- ção	So- lo	Adu- bo	Zn		B		Cu		Fe		Mn		Total		Al	
			RP	A	RP	A	RP	A	RP	A	RP	A	RP	A		
PA	LR	sem	174,51	126,69	144,04	92,70	24,93	18,54	1893,6	1037,7	520,8	346,1	2747,88	1671,73	1448,7	630,4
		com	186,53	130,20	135,32	117,80	27,90	21,70	3244,8	1137,7	452,0	310,2	4045,55	1723,60	2413,4	771,5
PVP	LR	sem	173,85	127,51	139,65	111,96	28,50	21,77	2374,1	1048,1	339,0	283,0	3115,10	1552,34	2033,4	762,0
		com	154,66	176,49	171,38	138,33	25,08	28,62	1329,2	1173,4	1266,5	1221,1	2945,82	2737,54	843,2	810,3
PVP	LR	sem	191,00	200,20	181,50	154,44	33,00	40,04	984,5	1327,0	638,0	663,5	2035,00	2385,18	850,0	978,1
		com	183,40	195,48	182,40	157,47	33,60	35,01	1070,4	1449,8	662,4	657,0	2131,20	2437,70	571,2	830,8
PVP	LR	sem	91,52	97,00	85,76	50,44	14,30	17,46	1058,2	622,7	261,7	159,8	1471,48	587,40	591,0	713,9
		com	27,30	82,80	40,31	37,26	15,25	15,18	1231,5	597,5	258,5	158,3	1321,80	875,04	591,1	586,5
PVP	LR	sem	78,60	66,00	30,68	27,14	13,10	12,98	1221,8	634,3	255,5	128,5	1795,88	875,04	1211,8	528,6
		com	252,20	232,46	97,00	59,10	31,04	35,46	1947,8	1678,4	2064,2	1670,6	4322,24	3576,02	1777,0	1501,1
PVP	LR	sem	213,75	215,05	97,50	54,74	37,50	39,10	1743,8	1677,4	1747,5	1341,1	3840,05	3377,35	1342,5	1313,8
		com	203,50	204,05	74,00	50,05	33,30	38,50	1398,6	1439,9	1665,0	1285,8	1875,90	3022,30	1209,5	1074,2
PVP	LR	sem	97,01	72,16	16,35	8,68	68,67	67,76	3383,8	1942,0	299,8	249,9	24319,83	19741,50	19723,0	6843,0
		com	78,80	70,31	10,32	8,90	57,12	55,63	1537,8	1721,0	157,2	180,5	15632,84	17644,24	15472,0	5065,0
PVP	LR	sem	61,50	61,77	5,84	7,83	51,66	55,68	15125,0	16682,0	159,1	182,7	15407,10	16585,38	15777,0	5450,0
		com	173,31	88,11	12,72	9,79	96,99	60,52	34590,0	18436,0	742,5	446,8	35615,52	15041,22	33462,0	7564,0
PVP	LR	sem	136,89	87,36	9,36	8,40	70,20	57,12	2227,0	1823,0	267,9	205,0	2271,35	18589,88	19024,0	6716,0
		com	147,63	92,66	11,10	5,74	66,60	55,76	21151,0	17781,0	244,2	180,6	21620,53	18124,75	17577,0	6831,0
PVP	LR	sem	64,96	76,70	7,54	10,03	33,06	35,40	2790,0	3429,0	107,3	157,5	3002,96	3708,63	5772,0	7455,0
		com	57,72	75,04	6,76	10,08	30,68	32,84	3231,0	3120,0	87,9	50,7	3484,05	3231,62	4617,0	7050,0
PVP	LR	sem	39,48	61,04	5,04	8,96	16,80	35,28	2053,0	3552,0	63,4	117,6	223,08	3874,88	3845,0	7034,0
		com	103,60	71,68	4,90	7,04	28,70	13,44	3832,0	3752,0	221,2	397,2	4150,40	4151,36	7319,0	8179,0
PVP	LR	sem	73,67	60,16	8,48	7,99	23,32	9,40	3677,0	3544,0	366,8	224,7	4154,77	3843,95	4971,0	5860,0
		com	58,05	46,55	4,30	6,65	18,05	7,00	2395,0	2133,0	214,1	233,8	2639,51	2426,30	4009,0	4335,0

Obs: P=parte aérea; R=raízes; M=nível de compactação; sem/cor=adubo; RP/A= Rico Pardo/Aroana; m.s.e matéria seca; LR/PVP= Latossolo Roxo/Podzólico Vermelho Amarelo.

TABELA 5. Participação percentual dos macronutrientes acumulados por feijoeiro.

Grão	Solo	Adubo	NC	N		P		K		Ca		Mg	
				RP	A	RP	A	RP	A	RP	A	RP	A
PA	LR	sem	0	32,25	37,32	3,76	4,14	25,34	29,98	30,43	22,01	6,16	6,54
			1	32,10	36,92	3,82	4,48	24,71	27,65	30,96	23,92	8,41	7,03
			2	31,97	34,37	4,47	4,82	22,50	27,84	31,71	25,50	9,34	7,47
	Pvp	com	0	26,10	29,84	3,46	4,22	39,72	39,45	23,56	21,50	7,16	6,00
			1	26,24	30,61	3,50	3,81	37,15	35,37	24,63	23,54	6,08	6,67
			2	25,56	28,73	3,72	3,67	38,59	35,21	24,15	25,31	7,94	7,09
Ra	LR	sem	0	35,57	41,22	2,54	2,86	25,72	28,67	28,55	20,43	7,62	6,81
			1	42,39	46,22	2,06	2,12	21,67	25,76	26,61	19,70	7,27	6,21
			2	41,40	43,94	2,07	1,67	18,57	23,68	29,71	23,64	8,25	7,27
	Pvp	com	0	22,85	27,07	3,70	3,89	38,18	43,08	27,35	19,16	7,93	6,20
			1	24,97	28,15	3,57	3,69	39,02	41,15	24,30	20,76	8,14	6,24
			2	24,66	28,47	4,01	4,21	35,42	38,43	26,53	21,60	5,35	7,29
PA	LR	sem	0	53,09	50,72	4,53	3,88	5,55	2,86	30,87	35,47	3,51	3,07
			1	50,71	51,22	5,03	4,27	8,86	4,07	29,77	36,17	5,63	4,27
			2	52,27	52,02	5,17	4,28	6,87	4,06	30,11	35,56	5,59	4,06
	Pvp	com	0	44,34	55,28	4,93	5,25	28,81	8,30	17,72	27,53	3,70	3,64
			1	44,00	55,60	5,33	4,53	26,84	9,22	19,50	25,92	4,33	4,25
			2	52,59	51,93	5,72	5,30	14,22	11,04	22,46	27,35	5,00	4,37
Ra	LR	sem	0	55,92	60,27	3,72	3,87	10,68	5,45	23,20	25,57	6,48	4,90
			1	57,42	53,20	3,82	3,06	10,95	8,56	22,66	29,25	8,04	5,93
			2	50,44	53,89	3,68	3,67	9,79	6,60	27,15	29,23	8,91	6,60
	Pvp	com	0	50,53	56,17	5,68	5,37	10,74	6,41	27,37	26,68	5,68	5,37
			1	46,18	53,11	6,05	5,95	11,30	7,71	29,63	27,71	6,85	5,45
			2	46,42	49,48	5,54	5,34	11,89	8,52	28,75	25,87	7,40	6,79

Obs: PA=parte aérea; Ra=raízes; NC=nível de compactação; sem/com=adubo; RP/A= Rico Pardo/Aroana; m.s.m matéria seca; LR/Pvp= Latossolo Roxo/Podzólico Vermelho Amarelo.

TABELA 6. Participação percentual dos micronutrientes acumulados por feijoeiro.

Órgão	Solo	Adubo	NC	Zn		B		Cu		Fe		Mn	
				RP	A	RP	A	RP	A	RP	A	RP	A
PA	LR	sem	0	6,36	7,58	5,24	5,55	0,91	1,11	68,55	65,05	18,95	20,70
			1	4,62	7,55	3,31	6,83	0,65	1,26	80,21	66,01	11,17	18,35
			2	5,58	8,01	4,48	7,03	0,92	1,37	76,21	65,82	12,81	17,77
	com	0	5,25	6,45	5,82	5,05	0,85	1,05	45,11	42,86	42,98	44,60	
		1	9,73	8,39	8,92	6,47	1,62	1,68	48,38	55,64	31,35	27,82	
		2	8,56	8,17	8,56	6,57	1,58	1,59	50,23	60,46	31,08	27,41	
PVP	sem	0	6,22	9,82	3,11	5,11	0,97	1,77	71,91	63,06	17,78	20,23	
		1	5,92	9,42	2,45	4,24	0,93	1,73	74,96	67,97	15,73	15,54	
		2	4,61	7,52	2,15	3,09	0,77	1,48	77,49	73,29	14,98	14,53	
	com	0	5,74	6,32	2,21	1,61	0,71	1,07	44,35	45,66	47,00	45,45	
		1	5,57	6,46	2,54	1,65	0,98	1,18	45,41	50,41	45,51	40,30	
		2	6,03	6,75	2,19	1,66	0,99	1,27	41,45	47,64	49,34	42,68	
Ra	LR	sem	0	0,40	0,37	0,07	0,05	0,28	0,34	98,02	97,98	1,23	1,27
			1	0,51	0,40	0,07	0,05	0,36	0,34	97,99	98,13	1,06	1,08
			2	0,40	0,36	0,06	0,05	0,34	0,33	98,17	98,19	1,03	1,08
	com	0	0,49	0,46	0,04	0,05	0,27	0,32	97,12	95,82	2,09	2,35	
		1	0,60	0,47	0,04	0,05	0,31	0,31	97,99	98,08	1,18	1,13	
		2	0,68	0,51	0,05	0,03	0,31	0,31	97,83	98,11	1,13	1,04	
PVP	sem	0	2,16	2,47	0,25	0,27	1,10	0,95	92,91	92,46	3,57	4,25	
		1	1,67	2,25	0,20	0,30	0,89	1,08	94,70	93,65	2,74	2,72	
		2	1,81	1,58	0,18	0,23	0,77	0,91	94,27	94,25	2,91	3,03	
	com	0	2,47	1,73	0,12	0,17	0,68	0,32	91,21	90,38	3,28	7,40	
		1	1,78	1,56	0,20	0,21	0,56	0,24	88,62	92,14	8,84	5,84	
		2	2,16	1,92	0,16	0,27	0,67	0,29	89,05	87,88	7,96	9,54	

Obs: PA=Parte aérea; Ra=Raízes; NC=nível de compactação; sem/com=adubo; RP/A=Rico Pardo/Aroana; m.s.=matéria seca; LR/PVP= Latossolo Roxo/Podzólico Vermelho Anarelo.

N, Ca e total de micronutrientes.

Considerando os micronutrientes, verificou-se novamente um acúmulo maior no PVp que no LR nas parcelas adubadas. Assim, na parte aérea, aumentou Mn (621,0 a 801,5%/41,4 a 109,5%), Zn (167,7%/9,2 a 55,7%), Cu (134,8 a 143,0% / 24,6 a 93,6%), Fe (40,6 a 146,1%/-51,7 a +30,0%), B (40,7 a 107,4%/28,3 a 52,4%) e ainda Al (35,6 a 107,3%/-59,5 a 29,9%). Na parte radicular geralmente foi o LR que permitiu maior acúmulo que o PVp (exceto para Fe, Mn e Al para o cultivar Rico Pardo).

Analisando o efeito da compactação sobre o acúmulo de nutrientes e matéria seca, verifica-se que, independente de cultivar e tipo de solo, ocorre comportamento diferencial em função do nível de fertilidade do solo e o tipo de elemento.

Assim, na parte aérea:

- a) nas parcelas sem adubo, ocorreu a tendência de comportamento de aumento no acúmulo do Ca (2,1 a 19,6%), Mg (7,8 a 17,8%) e Fe (3,5 a 26,0%) e de redução no acúmulo do N (2,5 a 23,3%), K (4,2 a 41,1%), Zn (0,4 a 31,9%), B (3,0 a 46,2%) e Mn (2,4 a 35,6%). O P e o Cu mostraram comportamento influenciado pelo tipo de solo.
- b) nas parcelas adubadas, ocorreu aumento no acúmulo de P (1,7 a 9,0%), Mg (12,3 a 19,2%) e Cu (1,8 a 8,6%), e redução no acúmulo de K (1,7 a 10,5%), Zn (2,4 a 19,3%) e Mn (1,0 a 22,8%). O comportamento do N, B e Fe foi influenciado pelo tipo de solo e o do Ca pelo cultivar. Verifica-se que o comportamento do Mg, K, Zn e Mn não foi afetado pelo nível de fertilidade, tipo de solo ou

cultivar.

Na parte radicular:

- a) nas parcelas sem adubo, ocorreu uma tendência de aumento no acúmulo de Mg (2,0 a 31,8%) e redução de N (15,1 a 30,3%), P (10,0 a 23,7%), Ca (9,3 a 29,8%), Zn (14,4 a 39,2%), B (10,7 a 39,8%), Cu (0,3 a 49,2%), Fe (13,8 a 36,6%) e Mn (25,3 a 46,9%). O comportamento do K varia com o cultivar.
- b) nas parcelas adubadas verifica-se a tendência de redução no acúmulo de N (1,6 a 49,1%), P (2,1 a 42,5%), K (23,1 a 56,4%), Ca (3,9 a 35,3%), Mg (4,9 a 26,9%), B (5,5 a 31,7%), Cu (2,4 a 47,9%), Fe (2,5 a 43,2%) e Mn (3,2 a 23,9%). O comportamento do Zn foi afetado pelo tipo de solo. Verifica-se que o N, P, Ca, B, Cu, Fe e Mn não tem seu comportamento afetado pelo nível de fertilidade, nem tipo de solo ou cultivar.

A Tabela 7 facilita a visualização destes comportamentos. De uma maneira geral o comportamento da soma dos macronutrientes, em função da compactação, tende a ser afetado, mais intensamente pelo cultivar, na parte aérea, enquanto mostra redução de acúmulo no sistema radicular. O comportamento da soma dos micronutrientes na parte aérea mostra ser influenciada pelo cultivar e tipo de solo, e no sistema radicular o de mostrar redução no acúmulo. A matéria seca mostra a tendência de reduzir (2,3 a 39,2 na parte aérea e 1,1 a 45,3% nas raízes) o acúmulo com a compacta-

TABELA 7. Vista resumida do comportamento dos nutrientes, considerando os valores absolutos e relativos.

Parte Vegetal	Adubação	Aumento	Indefinido	Redução
A. Valores Absolutos				
Aérea	sem	Ca, Mg, Fe	P, Cu	N, K, Zn, S, Mn
	com	P, Mg, Cu	N, Ca, S, Fe	K, Zn, Mn
Radicular	sem	Mg	K	N, P, Ca, Zn, S, Cu, Fe, Mn
	com	-	Zn	N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn
B. Valores Relativos				
Aérea	sem	Ca, Mg, Fe	N, P, Cu	K, Zn, S, Mn
	com	Mg, Fe	N, P, Ca, Zn, S, Cu	K, Mn
Radicular	sem	K, Mg, Fe	P, Ca	N, Zn, S, Cu, Mn
	com	K, Ca, Mg, Zn, S	P, Mn	N, Cu, Fe

ção, independente de cultivar. O efeito do nível de fertilidade é influenciado pelo tipo de solo, considerando a intensidade do comportamento.

Analisando por sua vez os valores relativos verifica-se que ocorrem algumas modificações de comportamento dos elementos principalmente no sistema radicular.

Assim na parte aérea:

- a) nas parcelas sem adubo, ocorre tendência de aumento no acúmulo de Ca, Mg e Fe, redução de K, Zn, B e Mn. O comportamento do N, P e Cu sofre influência do tipo de solo. Verifica-se que a tendência de comportamento praticamente segue a dos valores absolutos, exceto para N.
- b) nas parcelas adubadas, verifica-se tendência de aumento no acúmulo de Mg e Fe e redução de K e Mn. O comportamento do N, P, Zn e Cu é afetado pelo tipo de solo e do Ca e B pelo cultivar. Verifica-se em relação aos valores absolutos a mesma tendência de comportamento para Mg, K, Mn, N, Ca e B. Em relação às parcelas sem adubo verifica-se a mesma tendência de comportamento para Mg, Fe, K, Mn, N, P e Cu. O comportamento definido de Ca, Zn e B nas parcelas sem adubo torna-se indefinido nas adubadas.

Na parte radicular:

- a) nas parcelas sem adubo ocorre tendência de acúmulo de K, Mg e Fe e de redução de N,

Zn, B, Cu e Mn. O P e Ca são afetados pelo tipo de solo. Em relação aos valores absolutos verifica-se comportamento semelhante somente para Mg, N, Zn, B, Cu e Mn.

- b) nas parcelas adubadas, ocorre tendência de acúmulo de K, Ca, Mg, Zn e B e redução de N, Cu e Fe. O comportamento de P e Mn é influenciado pelo tipo de solo. Em relação aos valores absolutos somente o comportamento de N, Cu e Mn continua o mesmo. Em relação aos comportamentos nas parcelas sem adubo verifica-se tendência semelhante para K, Mg, N, Cu e P. O comportamento indefinido de Ca nas parcelas sem adubo torna-se definido, o comportamento de aumento do Fe é de redução nas parcelas adubadas, e o comportamento de redução de Zn e B nas sem adubo é de aumento nas adubadas.

Considerando somente os valores relativos que exprimem melhor o comportamento de cada elemento em relação aos outros, verifica-se, na parte aérea, que o nível de fertilidade não define um comportamento claro para N, P e Cu (que variam com o tipo de solo), nem afeta o comportamento de Mg e Fe (ambos aumentam acumulação com compactação), e nem de K e Mn (ambos reduzem o acúmulo). O nível de fertilidade somente afeta o comportamento do Ca, Zn e B, que de um comportamento definido nas parcelas sem adubo, passam a um indefinido nas adubadas.

Em relação ao sistema radicular, verifica-se que o nível de fertilidade não define um comportamento claro para P (que varia com o tipo de solo), nem afeta o comportamento de K e Mg (ambos aumentam acúmulo com com

pactação), e nem de N e Cu (ambos reduzem acúmulo). O nível de fertilidade afeta o comportamento de Fe, Zn e B que invertem as tendências das parcelas sem para com adubo, além do comportamento de Ca (indefinido a definido) e Mn (definido a indefinido) comparando as parcelas sem/com adubo.

CONCLUSÕES

Em vista dos dados levantados e analisados, pode ser concluído que com o aumento da compactação do solo, independente de cultivar e tipo de solo, o nível de fertilidade afeta o acúmulo dos seguintes elementos:

1. na parte aérea

1.1. considerando os valores absolutos: a tendência do comportamento definido de Ca, Fe, N e B nas parcelas sem adubo para indefinido nas adubadas, e indefinido de P e Cu para definido nas adubadas.

1.2. considerando os valores absolutos: a tendência de comportamento definido de Ca, Zn e B nas parcelas sem adubo para indefinido nas adubadas.

2. na parte radicular

2.1. considerando os valores absolutos: a tendência de comportamento definido de Zn e indefinido de K nas parcelas sem adubo para um comportamento indefinido de Zn e definido de K nas adubadas além de inversão de comportamento

to indefinido de Zn e definido de K nas adubadas além de inversão de comportamento do Mg (aumento para redução).

- 2.2. considerando os valores relativos: a tendência de comportamento definido de Mn e indefinido de Ca nas parcelas sem adubo para indefinida de Mn e definida de Ca nas adubadas, além de inversão de comportamento de Fe (aumento para redução), Zn e B (de redução para aumento).

A matéria seca apresenta um comportamento diferencial de acúmulo dependendo do nível de fertilidade, mas também do tipo de solo que afeta a sua intensidade.

SUMMARY

EFFECT OF THE FERTILITY LEVEL OF TWO SOILS SUBJECTED TO COMPACTION ON THE BEHAVIOR OF THE ACCUMULATION OF DRY MATTER AND OF NUTRIENTS BY DRY BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.)

A greenhouse experiment were conducted with soil of the A horizon of an Oxisol (LR) and an Alfisol (PVp), confined in 3,8 liter pots, and cultivated with two bean cultivars, with and without fertilizer.

The soil samples were subjected to compaction and maintained with a soil water tension between 100 to 300 mbars.

The dry matter, which normally reduces the accumulation with the compaction level, had its behavior affected by the fertility level, but the intensity of accumulation affected by the soil type.

Considering the absolute values of the elements accumulated, it could be verified that the fertility level affects the behavior of N, P, Ca, B, Cu and Fe, considering the shoots, and K, Mg and Zn considering the roots.

The relative values inform that the fertility level only affects the behavior of Ca, Zn and B in the shoots and of Ca, Zn, B, Fe and Mn in the roots.

LITERATURA CITADA

- BERGMANN, W., 1981. Agrochemische Aspekte der Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanzen aus dem Unterboden. *ImBlickfeld* 57:2-9.
- BRUCE, R.R., 1955. An instrument for determination of soil compactability. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 19(3):253-257.
- CASTILLO, S.R.; DOWDY, R.H.; BRADFORD, J.M.; LARSON, W.E., 1982. Effects 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).
- DAY, P.R.; HOLMGREEN, G.G., 1952. Microscopic changes in soil structure during compression. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 16(1):73-77.
- LABANAUSKAS, C.K.; STOLZY, L.H.; ZENTMYER, G. A.; SZUSZKIEWICZ, T.E., 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.
- MARCOS, Z.Z.; FREIRE, O., 1980. Efeito da agregação do solo sobre o desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.). Rev. de Agricultura 55(3):139-152.
- McKEE, G.W.; LANGILLE, A.R., 1967. Effect of soil pH, and fertility on growth, survival, and element content of Crownvetch (*Coronilla varia* L.). Agron.J. 59(6):533-536.
- PHILLIPS, R.E.; KIRKHAM, D., 1962. Soil compaction in the field and corn growth. Agron.J. 54(1):29-34.
- PRIMAVESI, O., 1983. Nutrição mineral de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em dois solos sujeitos à compactação. Piracicaba, ESALQ/USP, 142p. (Dissertação de Mestrado).
- ROWE, R.; BEARDSSELL, D., 1973. Waterlogging of fruit trees. Hort. Abstr. 43(9):533-548.

- RUTLEDGE, B.E.; McCLURG, J.E., 1980. Plant tissue analysis by inductively coupled Argon Plasma Spectrometry. Jarrel Ash Plasma Newsletter 3(3):4-5.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP. 56p.
- WATSON Jr., J.R.; MUSSER, H.B.; JEFFRIES, C. D., 1951. Soil compaction determinations with a soil penetrometer as compared with the Geiger Counter X-ray Spectrometer. Agron.J. 43:255-258.
- WITTSSELL, L.E.; HOBBS, J.A., 1965. Soil compaction effects on field plant growth. Agron.J. 57:534-537.