

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE FATORES QUÍMICOS NA  
PRODUÇÃO DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)  
EM DOIS TIPOS DE SOLOS,  
EM CASA DE VEGETAÇÃO.\*

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

RESUMO

Foram realizados experimentos em casa-de-vegetação na ESALQ-USP, em Piracicaba, SP, com vasos contendo 2,5 litros de amostra de terra do horizonte A e B<sub>2</sub> de um Oxisol (LR) e um Alfisol (PVp), sem e com calagem e adubação mineral, para verificar quais os fatores químicos-nutricionais em deficiência no horizonte B<sub>2</sub> dos solos, comparados com o horizonte superficial, deverão ser considerados para a

---

\*Recebido para publicação em 30/04/87.

Trabalho realizado com Bolsa de Estudos da EMBRAPA para o primeiro autor.

\*\*Centro de Tecnologia Copersucar, Piracicaba, SP.

\*\*\*Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP

\*\*\*\*Centro de Energia Nuclear na Agricultura-CENA/USP, Bolsista do CNPq, Piracicaba, SP.

exploração adequada do potencial genético de produção do feijoeiro Aroana 80.

Pode ser verificado que a saturação do complexo de troca com bases, e a conseqüente redução na saturação em Al não foi suficiente para alcançar uma produção adequada de grãos.

Através da avaliação dos teores relativos e de relações entre nutrientes, pode ser constatada a necessidade de consideração genética dos teores de P, Mg e das relações P/Zn, N/Zn, Mg/Cu e P/Fe, além dos teores e relações específicas a cada solo, considerando um estado nutricional padrão para a variedade. Em solos corrigidos e adubados os micronutrientes devem ser considerados, como também a matéria orgânica no horizonte B<sub>2</sub>, que apareceu com níveis abaixo do necessário para suprir o complexo organo-argiloso.

## INTRODUÇÃO

Frequentemente verifica-se no campo a exposição de terra do horizonte B<sub>2</sub> na superfície, seja através de raspagem mecânica da superfície no enleiramento e embandeiramento de restos vegetais em áreas recém desmatadas, ou na instalação de terraços, ou durante o revolvimento do solo durante arações profundas, ou devido à subsolagem em terra seca, ou devido à

erosão em lençol de áreas recém preparadas. E muitas vezes deseja-se a penetração radicular em profundidade, a fim das culturas fugirem à falta de água nos veranicos.

Diversos autores (CAIRNS & PETTRY, 1984 ; SETIJONO & SOEPARDI, 1985) informam sobre produções menores no horizonte B<sub>2</sub> em relação ao horizonte superficial, embora a calagem e adubação tenham aproximado a produção (CAIRNS & PETTRY, 1984).

PRIMAVESI (1983) verificou, em trabalho preliminar, que ocorrem diferenças marcantes entre o horizonte superficial e subsuperficial, atuando sobre a produção de matéria seca de feijoeiro, e que não puderam ser adequadamente determinados.

Tornou-se necessária a realização de novos experimentos para que pudessem ser encontradas pistas sobre outras diferenças entre os fatores químicos do solo, além dos problemas de acidez e presença de Al trocável.

#### *MATERIAL E MÉTODOS*

Sobre amostras de terra dos horizontes A e B<sub>2</sub> do Latossolo Roxo, Série Iracema (LR) e o Podzólico Vermelho Amarelo var. Piracicaba (PVP), com calagem e adubação mineral, que viviam uma saturação em bases de 80%, com uma relação Ca:Mg:K de 16:4:1, e um teor de P disponível (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,005N) de 15 ppm, foi conduzido o feijoeiro Aroana 80, até o final do ciclo. A adubação mineral foi completada pela

aplicação de 40 kg de N-uréia/ha e 20 kg de sulfato de zinco/ha (PRIMAVESI, 1986).

A umidade do solo foi mantida entre 100 e 70% da capacidade de campo, pelo método da pesagem.

O plantio foi realizado a 18/07/84, mantendo-se 3 plantas por vaso até o final do ciclo, quando a matéria seca foi colhida, limpa, seca em estufa a 60°C com ventilação forçada, e pesada.

Os parâmetros físicos do solo foram levantados segundo o método do anel volumétrico descrito por SCARDUA (1974) para a macroporosidade, e as características químicas segundo a metodologia utilizada na análise de rotina do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ). A análise química do vegetal foi realizada segundo as metodologias descritas por SARRUGE & HAAG (1974).

Foi realizado um experimento num esquema fatorial 4x2, inteiramente casualizado, com 4 terras e dois níveis de fertilidade, e 4 repetições.

Os resultados das análises granulométricas e químicas das amostras das terras se acham nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Análise Granulométrica das Amostras de Terra.

Solo	Areia %	Limo %	Argila %	Classe Textural
LR-A	22,8	36,4	40,8	argila
LR-B <sub>2</sub>	21,9	20,9	57,2	argila
PVp-A	34,7	55,8	9,5	franco siltoso
PVp-B <sub>2</sub>	17,9	40,8	41,3	franco-argilo - siltoso

Obs: A/B<sub>2</sub> = horizontes; LR= Latossolo Roxo ;  
PVp= Podzólico Vermelho amarelo.

TABELA 2. Características químicas das amostras de terra, antes da instalação dos experimentos

Solo	pH água	C %	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .....	K <sup>+</sup> .....	Ca <sup>2+</sup> .....mg/100 g	Mg <sup>2+</sup> TFSa.....	Al <sup>3+</sup> .....	H <sup>+</sup> .....	V %	m %
LR-A	5,9	1,46	0,05	0,09	3,91	1,50	0,10	3,86	58,1	1,8
LR-B2	5,3	0,87	0,02	0,01	1,86	0,25	0,23	4,46	31,1	9,6
PVp-A	5,0	0,54	0,02	0,02	3,02	1,02	0,84	2,96	52,0	17,0
PVp-B2	4,7	0,38	0,01	0,21	1,89	2,81	7,96	3,64	29,7	61,9

Obs: V= saturação em bases; m= saturação em Al trocável.

*RESULTADOS E DISCUSSÃO*

Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Pode ser verificado (Tabela 1) que o horizonte B2 em ambos os solos difere em muito do horizonte superficial, quanto à sua classe textural, devendo, portanto, apresentar características químicas diferentes. Avaliando-as (Tabela 2), destacam-se os valores menores, no horizonte B2 de ambos os solos, de pH, carbono, fósforo, K e Mg no LR (maior no PVp), Ca e Al trocáveis, H<sup>+</sup>, menor saturação em bases e maior em Al trocável, como geralmente também verificado por outros autores (PRIMAVESI, 1983; CAIRNS & PETTRY, 1984).

Considerando as parcelas adubadas (Tabela 3), que apresentam maior uniformidade na saturação em bases, e em alumínio trocável, bem como no teor de fósforo disponível, e na relação Ca:Mg:K, verificam-se diferenças significativas na produção de grãos de feijão (Tabela 4).

Analisando a participação relativa dos nutrientes (Tabela 4), considerada a mais apropriada para a comparação de solos e tratamentos por PRIMAVESI *et alii* (1984), na matéria seca da parte aérea do feijoeiro, e comparando o tratamento que propiciou a maior produção de grãos (LR-A adubado), portanto considerado padrão, verifica-se que ocorreu uma deficiência na disponibilidade de Mg e P em ambos os horizontes B2, além de K no LR e de N e Ca no PVp.

Curiosamente o horizonte B2 do PVp, que apresentou a menor produção, em relação ao

TABELA 3. Características químicas das amostras de terra após a calagem e adubação e incubação

Solo	pH água	C %	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> .....mg/100 g	Mg <sup>2+</sup> TFA.....	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	V %	m %	Ca:Mg:K	CE <sub>e</sub>
LR-As c	6,2 6,3	1,51 1,48	0,06 0,15	0,11 0,34	4,29 5,69	1,72 1,72	0,13 0,18	3,01 1,99	66,09 78,16	2,01 2,17	41:17:1 17:05:1	0,831
LR-B2s c	5,5 6,2	0,96 0,92	0,03 0,12	0,03 0,23	1,95 3,82	0,87 1,06	0,38 0,15	4,67 3,01	36,02 61,48	1,82 2,85	65:29:1 17:05:1	0,605
PVP-As c	5,0 5,3	0,53 0,56	0,03 0,16	0,12 0,22	2,54 3,46	1,06 0,86	0,60 0,32	2,41 1,93	55,27 66,93	13,81 6,52	22:10:1 16:04:1	1,417
PVP-B2s c	5,1 5,6	0,39 0,44	0,02 0,12	0,24 0,41	1,74 9,64	2,94 2,80	9,04 0,51	3,44 2,84	28,28 79,35	64,75 3,82	07:13:1 24:07:1	0,677

Obs: A/B2 = horizontes; s/c = sem/com adubo; CE<sub>e</sub> = condutividade elétrica do extrato de saturação (em mmho/cm).



TABELA 4. Produção de grãos (g/planta) e teor relativo de elementos na matéria seca de parte aérea.

Solo	E' %	Grãos g	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	sma	sml
LAs	26,7	1,61c	28,49	2,97	27,46	32,28	8,31	0,061	0,033	0,278	0,106	8,0	383
c	28,7	5,21a	31,63	3,07	29,41	28,60	5,98	0,039	0,028	0,300	0,072	7,3	324
LBS	24,4	0,34d	30,27	2,66	17,61	40,34	7,97	0,052	0,041	0,474	0,593	7,9	920
c	23,6	2,56f	34,95	2,73	28,30	28,61	4,84	0,046	0,035	0,402	0,103	7,4	445
PAs	11,7	0,96g	37,52	2,73	28,42	24,39	5,94	0,090	0,038	0,355	0,583	7,2	780
c	9,8	3,24b	31,06	4,54	27,64	29,58	6,32	0,052	0,038	0,429	0,309	5,9	520
PBS	12,2	-	37,59	1,90	46,09	7,62	6,25	0,047	0,030	0,406	0,076	6,7	373
c	15,8	0,91cd	30,50	2,78	35,35	26,21	4,63	0,039	0,027	0,348	0,119	8,4	446

Obs: L/P= Latossolo roxo/Podzólco Vermelho amarelo; A/B= horizontes A/B; s/cw sem/com adubo;  
 E'= macroporosidade existente à colheita; Teor Relativo= (teor % elemento/soma de macro e micronutrientes) x 100; sma/sml/= soma dos teores absolutos de macro/micronutrientes.

LR-A, apresenta saturação em bases e em alumínio similares, e teoricamente adequada, embora o teor de fósforo disponível seja levemente inferior (Tabela 3), mas não explicativo para uma diferença de produção de grãos 83% menor. A diferença na macroporosidade não explica essa diferença (PRIMAVESI, 1986). Por outro lado pode ser verificado que apesar do teor de Ca ser bem mais elevado no PVp-B<sub>2</sub>, o teor na matéria seca é menor, não ocorrendo tal fato para o K, como a relação Ca:Mg:K deixa supor.

Esta constatação leva a considerar os seguintes pontos:

- a) a simples saturação do complexo de troca catiônica como Ca, e a redução na saturação em Al trocável não parecem ser suficientes na recuperação da fertilidade de terras do horizonte B<sub>2</sub>, como também pode ser verificado para o LR, embora a adubação mineral tenha promovido os maiores aumentos de produção no horizonte B<sub>2</sub> que no superficial, ou seja, aumentou em 2,5 e 3,0 vezes no horizonte A do LR e PVp respectivamente, e em 7,5 vezes no horizonte B<sub>2</sub> do LR, além de possibilitar a produção no PVp, considerando os tratamentos sem/com adubo.
- b) A deficiência de N e P pode ser creditada, em parte, ao menor teor em matéria orgânica no horizonte B<sub>2</sub>, bem como, provavelmente também, de S e B, que não foram analisados. Segundo PRIMAVESI (1980) existe uma fração orgânica intimamente ligada à fração argila dos solos, e que não é facilmente mineralizável, sendo a proporção de aproximadamente 0,3% de matéria orgânica para cada 10% de argila. Considerando este dado, verifica-se (Tabela 2) que o teor de carbono m<sub>í</sub>n<sub>í</sub>

mo básico para formar o complexo organo-mineral seria de 0,7-1, 0-0, 2-0,7% para o LR-A, LR-B2, PVp-A, PVp-B2 respectivamente, ocorrendo assim um superavit mineralizável de carbono nos horizontes superficiais (2 a 2,5 vezes maior que o mínimo básico) e um deficit nos horizontes B2, mesmo para o mínimo básico.

- c) Além das deficiências encontradas, através da avaliação dos teores relativos, devem ocorrer relações específicas de valores absolutos dos nutrientes, e que necessitam de ajustes para permitir uma maior eficiência dos macronutrientes disponíveis (PRIMAVESI, 1986).

Avaliando diversas relações entre nutrientes dos horizontes B2 com as do de maior produção verifica-se a necessidade de consideração das relações P/Zn, N/Zn, Mg/Cu, P/Fe no caso do horizonte B2 de ambos os solos, bem como de outras relações mais específicas para cada solo. Predominam as relações macro/micronutrientes, principalmente nas parcelas adubadas (PRIMAVESI, 1986).

Em geral, na prática, a cultura não cresce exclusivamente sobre o horizonte B2, o que talvez explique a não transparecência de outros problemas nutricionais além da falta de cálcio e o excesso de Al trocável.

### CONCLUSÃO

Considerando o genótipo utilizado, as condições térmicas, hídricas, da fertilidade e fotoperiódicas, os resultados permitem concluir que:

- a) O aumento da saturação em bases e redução na de alumínio trocável, não é suficiente para terras do horizonte B<sub>2</sub> de solos explorarem adequadamente os potenciais genéticos de produção de feijoeiro.
- b) Deve ser dada atenção para os teores disponíveis de P, Mg, bem como de outros macronutrientes específicos como de N e K.
- c) Deve ser dada atenção para relações entre macro e micronutrientes, como de P/Zn, N/Zn, P/Fe, Mg/Cu e outras específicas ao tipo de solo, quando for realizada calagem e adubação mineral com macronutrientes.
- d) Ocorre uma deficiência aguda de matéria orgânica nos horizontes B<sub>2</sub>, e que deve ser corrigida.

### SUMMARY

COMPARATIVE STUDY AMONG THE CHEMICAL FACTORS OF THE A AND B<sub>2</sub> HORIZON OF TWO SOILS, ON THE COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) YIELD.

Experiments were carried out in greenhouse, at ESALQ-USP, in Piracicaba, Brazil.

zil, with soil samples of the A and B<sub>2</sub> horizon of Oxisol (LR) and an Alfisol (PVp), without and with lime and mineral fertilizer, to verify which are the chemical-nutritional factors in deficiency in the B<sub>2</sub> horizon of both soils, compared with the A horizon, and which need to be considered for the adequate exploration of the genetical harvest potential of the common bean cv. Aroana 80.

It could be verified that the base saturation and the consequent reduction of the A<sub>1</sub> saturation was not enough to reach an adequate grain yield.

Trough the evaluation of the relative contents and the relations between the absolute nutrient contents in the dry matter, it could be verified the importance of the relative content of P and Mg, and the P/Zn, N/Zn, Mg/Cu and P/Fe relations, besides other to soil specific nutrient levels and relations. In the limed and fertilizer soils the micronutrients must be considered, and also the organic matter in the B<sub>2</sub> horizon, which appeared with levels below the necessary to supply the humus-clay complex.

#### LITERATURA CITADA

- CAIRNS, J.; PETTRY, D.E., 1984. Natural fertility and productivity differences of prime farmlands in Mississippi. Comm. Soil. Sci. Plant Anal., 15(2):149-159.  
Plant Anal., 15(2):149-159.

- PRIMAVESI, A., 1980. O manejo ecológico do solo. São Paulo, Nobel. 541p.
- PRIMAVESI, O., 1983. Nutrição mineral de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em dois solos sujeitos à compactação. Piracicaba, ESALQ-USP, 142p. (Mestrado)
- PRIMAVESI, O.; MELLO, A.F.A. de; MURAOKA, T., 1984. Variação na participação relativa dos nutrientes acumulados por feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Oxisol e Alfisol em função da compactação. Anais da ESALQ, 41:413-432.
- PRIMAVESI, O., 1986. Produção de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em função da porosidade de aeração de solos. Piracicaba, ESALQ-USP, 85p. (Doutorado).
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ-USP, Departamento de Química, 56p.
- SCARDUA, R., 1972. Porosidade livre de água de dois solos do Município de Piracicaba, SP. Piracicaba, ESALQ-USP, 83p. (Mestrado).
- SETIJONO, S.; SOEPARDI, G., 1985. Liming acid mineral soils in Indonesia as a precondition to increase N-deficiency. In: KANG, B.T.; HEIDE, J. van der, eds., Nitrogen Management in farming systems in humid and subhumid tropics. Haren, Netherlands, Institute for soil fertility. p.185-198. (apud Soil & Fertilizers, 1986, 49(10):9851).