

DEFICIÊNCIAS E EXCESSOS MINERAIS NO FEIJOEIRO  
(*Phaseolus vulgaris* L., cv. carioca) \*

E. MALAVOLTA \*\*

C.F. DAMIÃO F<sup>o</sup> \*\*\*, C.A. VOLPE \*\*\*

G.R. MACHADO Jr. \*\*\*, L.M.S. VELHO \*\*\*

P.R.F. ROSA \*\*\*, S. DE LAURENTIZ \*\*\*

RESUMO

O feijoeiro foi cultivado em solução nutritiva com deficiências de macronutrientes, de B e Fe e excessos de Al e Mn. Foram obtidos sintomas típicos de falta e de toxidez e as plantas foram analisadas.

INTRODUÇÃO

O cultivo do feijoeiro tem sido de interesse secundário para os agricultores, de um modo geral, não só seu baixo rendimento econômico como por ser uma cultura muito sensível a enfermidades causadas por diferentes patógenos. Apesar dis

---

\* Entregue para publicação em 11/12/1980.

\*\* Departamento de Química e CENA, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

\*\*\* Alunos de Pós-Graduação, F.C.A. Veterinárias de Jaboticabal, UNESP, Jaboticabal-SP.

so, apresenta-se em nosso País como a principal fonte de alimento, uma vez que está presente, invariavelmente, na receita alimentar do brasileiro. É por essa razão, que o cultivo de feijoeiro deveria ocupar uma das posições prioritárias no plano de desenvolvimento agrícola do País.

De acordo com MIYASAKA, IGUE & FREIRE (1965), a área destinada ao feijoeiro no estado de São Paulo elevou-se cerca de 200.000 ha, em 1945, para 280.000 ha até 1959. O rendimento, entretanto, baixou de 750 kg/ha para 430 kg/ha, respectivamente. Os autores salientam que uma das causas de baixa produtividade é, sem dúvida, a baixa fertilidade dos solos destinados ao plantio dessa cultura. A situação de agrava quando se verifica pelo relatório preliminar (CEPAL/FAO/BID, 1966) sobre a situação dos fertilizantes no Brasil, que no País, o feijoeiro não é adubado. Entretanto, não faltam ensaios com adubação do feijoeiro desenvolvidos em todo o País e, especialmente, por técnicos do Instituto Agrônomo de Campinas, no Estado de São Paulo, em vários tipos de solo e em diferentes regiões do estado.

GALLO & MIYASAKA (1961), trabalhando com terra roxa-misturada, acompanharam a acumulação de matéria seca e absorção de nutrientes em feijoeiro (variedade chumbinho - opaco) durante todo o ciclo da cultura, com e sem adubação, e verificaram que a adubação resultou em maior crescimento das plantas, peso de matéria seca e produção de sementes. Informaram ainda que a baixa produtividade dos tratamentos sem adubação deve-se ao baixo nível de fósforo no solo do experimento (0,06 e.mg/100g de solo). Esse trabalho, citado aqui, revela resultados parciais de um programa experimental desenvolvido pela Seção de Leguminosas do Instituto Agrônomo de Campinas que visava a determinar a adubação mais adequada ao feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) nos principais tipos de solo do estado de São Paulo. Nesse programa, o interesse dos pesquisadores se prendeu, predominantemente, ao efeito de N, P, K, calagem, S e micronutrientes na produção. Um resumo dos resultados obtidos nesses trabalhos revela que houve maior número de respostas favoráveis ao P, assim como maiores respostas também foram obtidas para esse elemento, seguido do N, micronutrientes S, calagem e K (MIYASAKA *et alii*, 1965 a, b, c, d, e, 1967).

O que se verifica nesses trabalhos executados, é que a falta de nutrientes nos solos dos ensaios e a falta de adubação levaram, de um modo geral, a um sintoma típico e único: a baixa produção. Não houve preocupação em se determinar o efeito da disponibilidade de nutrientes sobre os aspectos fisiológicos do crescimento que determinam a produção. A taxa de crescimento relativo de uma cultura, ou de uma planta individual, é determinada pela diferença líquida entre as quantidades assimiladas e respiradas (BLACKMAN, 1968). Esse mesmo autor apresenta considerações gerais a respeito da diminuição de N, P e K sobre aspectos do crescimento. Assim, o aumento do suprimento de N produzirá folhas maiores, podendo acelerar o início da senescência de plantas individuais. A viabilidade de P e K interfere em algumas características fisiológicas que afetam direta ou indiretamente o processo fotossintético das plantas.

Desse modo, fica evidente que embora a falta, deficiência ou excesso de um nutriente qualquer se manifeste numa queda de produção, cada um deles interfere num processo fisiológico específico que, quando afetado, resulta em sintomas típicos da deficiência ou excesso do nutriente em questão.

Assim, COBRA NETO *et alii* (1971) descreveram os sintomas de deficiências de macronutrientes no feijoeiro.

Quanto aos micronutrientes, eles podem ter os seguintes efeitos:

- a. Ferro: quando o suprimento de Fe é inadequado para as plantas, ocorre uma maior absorção de Mn devido à excreção de riboflavina, a qual atua num duplo aspecto de ligamento e redução, provocando incrementos na absorção de Mn (HORIO & YAMASHITA, 1963; HUZISHIGE *et alii*, 1963).
- b. Manganês: DOBEREINER (1966) demonstrou que o excesso de Mn no feijoeiro é mais prejudicial à simbiose do que ao desenvolvimento da planta em si.

BRAUNER & VIANNA (1975), trabalhando com duas variedades de trigo, verificaram que o Al fornecido a 200 ppm em solução nutritiva exerceu efeito depressivo no conteúdo de água

da planta e diminuiu a absorção de Ca; por outro lado, houve acúmulo de P nas raízes, fato esse explicado pela inativação do P pelo Al. Contrariamente, RUSCHEL *et alii* (1968) trabalhando com feijoeiro em solução nutritiva à qual acrescentou concentrações variáveis de Al (3 a 7 ppm) verificaram que os efeitos detrimenais do Al se fazem sentir em virtude de seu excesso que prejudica o desenvolvimento da planta e não por precipitação do P, na raiz pelo Al.

Se for possível, através dos sintomas, determinar qual o nutriente ou nutrientes em falta é possível ter-se uma idéia do fertilizante que deverá ser aplicado para corrigir a deficiência e, conseqüentemente, garantir uma produção compensadora. Dessa maneira, fica clara a necessidade de se conhecer sintomas de carência e toxidez dos diferentes nutrientes e, para isso, foi instalado esse ensaio que teve os seguintes objetivos:

- a. induzir sintomas de carência de N, P, K, Ca, Mg e S (macronutrientes) e de B e Fe (micronutrientes);
- b. verificar o efeito das deficiências nos níveis foliares dos elementos;
- c. verificar o efeito do excesso de Al e Mn no aspecto, crescimento, produção e composição mineral.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Variedade*

Foi utilizada a variedade Carioca de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

### *Obtenção das mudas*

As sementes do feijoeiro Carioca foram desinfetadas por imersão durante três minutos em hipoclorito de sódio a 1%, enxaguadas em água destilada e secas com toalha de papel. A seguir, foram semeadas em vermiculita umidecida com  $\text{CaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

M (0,014 g/l), colocadas em bandejas rasas e cobertas com uma camada de 1 cm de vermiculita.

As bandejas contendo as sementes foram deixadas ao abrigo da luz direta até que as platinhas tivessem 2-3 cm de altura, quando, então, foram transferidas para casa de vegetação.

Uma semana após, as platinhas foram transferidas para bandejas com tampa perfurada e usou-se pedaços de espuma para apoio; as bandejas continham solução nutritiva completa (macro e micronutrientes) diluída a 1/5 (uma parte de solução e quatro de água destilada).

Decorrida mais uma semana, as mudinhas que estavam em solução nutritiva completa foram transplantadas para os vasos definitivos, iniciando-se os tratamentos.

#### *Tratamentos utilizados*

O experimento foi montado no delineamento estatístico inteiramente casualizado, onde cada tratamento era composto de vasos com uma planta cada um, de modo que cada planta correspondia a uma repetição. O esquema experimental acha-se na Tabela 1.

#### *Condução do experimento*

Feito o transplante das mudinhas para os vasos, estes foram devidamente numerados de acordo com a Tabela 1; as mudinhas foram apoiadas por pedaços de espuma e, cada vaso, continha um tubo do arejador que permaneceu ligado durante todo o ensaio.

O experimento foi visitado diariamente, quando, então, eram feitas observações sobre o funcionamento do arejador, volume da solução nutritiva, que era completada por água destilada, quando necessário; existência de pragas ou moléstias ou qualquer outra anormalidade.

Foram feitas 5 contagens do número de folhas e, ao mesmo tempo, mediu-se a altura das plantas, do colo à inserção

da primeira folha. Conforme apareciam sintomas de deficiências nutricionais ou excesso de minerais, eles foram sendo descritos e fotografados quando conveniente.

A solução nutritiva de cada vaso foi renovada uma vez durante o desenvolvimento do experimento, 22 dias após o transplante.

Tabela 1 - Esquema experimental

Vaso nº	Tratamento	Soluções*	Nº repetições
01-08	completo	completa	8
09-16	- N	omissão de N	8
17-24	- P	omissão de P	8
25-32	- K	omissão de K	8
33-36	- Ca	omissão de Ca	4
37-40	- Mg	omissão de Mg	4
41-44	- S	omissão de S	4
45-48	- B	omissão de B	4
49-52	- Fe	omissão de Fe	4
53-56	excesso de Al	excesso de Al	4
57-60	excesso de Mn	excesso de Mn	4

\* soluções usadas correspondem à solução nutritiva de HOA-GLAND e ARNON (1950) modificada por MALAVOLTA (1977).

As plantas de cada tratamento foram coletadas na expressão máxima dos sintomas de deficiência ou excesso de minerais, quanto, então, foram separadas em raízes, caule + ramos, folhas, flores e vagens e, cada parte, de cada planta, colocada em saco de papel devidamente identificado. A seguir, foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 70-80°C até peso constante e o peso seco de cada parte foi tomado.

Com o material seco das folhas, foram feitos extratos e analisados os elementos minerais, através dos métodos de rotina:

- a. nitrogênio: semimicro Kjeldahl;
- b. fósforo: vanado-molibdato de amônio;
- c. potássio: determinado por fotometria de chama;
- d. cálcio, magnésio, ferro e manganês: foram determinados por absorção atômica;
- e. enxofre: determinado com base no método turbidimétrico;
- f. alumínio: foi determinado pelo método do aluminon.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Altura de plantas e número de folhas*

Os resultados obtidos das medições de altura de plantas e número de folhas, para cada tratamento, estão expressos na Tabela 2.

Para a altura de plantas e número de folhas, o efeito dos tratamentos fez-se sentir na seguinte ordem decrescente, aos 14 dias após o transplante, visto que os tratamentos - N, - P, - K, - Ca, - Fe foram coletados nessa época e, portanto, não permitiram comparações com os outros tratamentos no restante do ciclo:

- a. altura de plantas: completo; + Al, - S, + Mn, - Fe, - K, - B, - P, - N, - Ca;
- b. número de folhas: completo, - S = - Mg, + Al, - K, + Mn, - B, - Fe, - P = - N, - Ca.

Nota-se que o Ca foi o elemento que, quando em omissão, causou maior efeito depressivo na altura de plantas e número de folhas.

### *Quadro sintomatológico*

O quadro sintomatológico de carências e excessos minerais no feijoeiro foi o seguinte:

Tabela 2 - Evolução de altura de plantas (cm) e número de folhas do feijoeiro, cultivado em solução nutritiva (média de 4 repetições)

Tratamento	0		7		14		21		28	
	alt. (cm)	nº fl.								
Completo	13,0	2,0	16,2	5,0	29,5	11,2	82,8	27,6	-	-
- N	12,9	2,0	13,0	2,0	16,2	3,0	-	-	-	-
- P	13,1	2,0	13,3	2,0	16,6	3,0	-	-	-	-
- K	11,2	2,0	16,4	4,0	20,7	7,0	30,1	12,0	-	-
- Ca	10,4	2,0	12,4	2,0	9,1	2,0	-	-	-	-
- Mg	10,7	2,0	16,4	4,0	22,7	8,0	33,7	9,0	-	-
- S	11,5	2,0	17,0	4,0	28,5	8,0	73,7	14,0	-	-
- B	12,0	2,0	17,0	4,0	20,0	6,0	20,5	7,0	-	-
- Fe	13,2	2,0	13,5	4,0	21,5	5,5	-	-	-	-
+ Mn	12,6	2,0	12,7	4,0	25,7	6,7	43,3	10,5	80,2	18,0
+ Al	13,0	2,0	13,0	4,0	35,5	7,2	50,6	12,0	-	-

- a. Completo: esse tratamento foi feito para que tivesse um padrão do desenvolvimento do feijoeiro, nas condições do experimento, sob solução nutritiva completa. Como era esperado, as plantas desenvolvem-se bem.
- b. Nitrogênio: 5 dias após transplante das mudinhas para os vasos definitivos, apareceram sintomas iniciais de deficiência de N, que se caracterizaram por uma leve clorose estendeu-se aos folíolos mais novos, porém, em menor intensidade. Nas folhas primordiais foram observadas manchas necróticas nos bordos e pontas. Em relação ao tratamento completo, o sistema radicular das plantas com deficiência de N parecem menos desenvolvido. Os sintomas aqui encontrados e descritos, com excessão das manchas necróticas nos bordos e pontas, estão em acordo com aqueles evidenciados por COBRA NETO *et alii* (1971).
- c. Fósforo: os sintomas de deficiência de P apareceram no 6º dia após o transplante e estão de acordo com aqueles descritos por COBRA NETO *et alii* (1971). Os sintomas iniciais se manifestaram por murchamento de folhas mais velhas, que também apresentavam manchas cloróticas nas margens que depois evoluíram de modo a cobrir, quase que totalmente, o limbo foliar. Também foram observadas, com o decorrer do tempo, manchas necróticas nas margens e pontas das folhas mais velhas. Os folíolos novos apresentavam-se com coloração verde mais intensa, quase negra. O sistema radicular aparentemente não diferiu das plantas em mesmo estágio de crescimento, cultivadas em solução nutritiva completa.
- d. Potássio: no 7º dia após o transplante, apareceram sintomas iniciais de carência de K, que se caracterizaram por manchas acinzentadas no ápice das folhas primordiais. Uma semana depois, já se evidenciavam necrose inicial nos bordos e pontas dos folíolos mais velhos. Com o evoluir da deficiência, os folíolos medianos e inferiores apresentavam áreas necróticas nos bordos e pontas, clorose internerval, internódios curtos e lesões em flores. Os sintomas culminaram com uma intensa necrose progredindo dos bordos e pontas para o centro das folhas mais velhas.

Com exceção da necrose em bordos e pontas de folhas mais velhas, COBRA NETO *et alii* (1971) descrevem sintomas diferentes de deficiência de K em feijoeiro.

- e. Cálcio: no 7º dia após o transplante, evidenciava-se clorose na base da folha e a gema terminal em processo de morte. Uma semana após ocorreu morte da gema terminal e as plantas mostravam-se em processo de morte. Esses sintomas aqui descritos, o foram de maneira diversa por COBRA NETO *et alii* (1971).
- f. Magnésio: os sintomas iniciais apareceram no 14º dia após o transplante e se manifestaram por pequenas áreas necrosadas e manchas claras nos folíolos mais velhos. Com o agravar da deficiência, verificou-se que as plantas estavam pouco desenvolvidas, não produziram flores, os folíolos de toda a planta apresentavam áreas internervais cloróticas ou necróticas. Sintomas idênticos foram descritos por COBRA NETO *et alii* (1971).
- g. Enxofre: os sintomas de deficiência de S começaram a se evidenciar no 14º dia de omissão do elemento da solução nutritiva, através de encurvamento dos folíolos e pequenas áreas necróticas nos folíolos superiores. Os internódios eram longos e, com o tempo, a clorose foi agravando-se nos folíolos superiores. COBRA NETO *et alii* (1971) encontrou sintomas muito mais graves de deficiência de S no feijoeiro.
- h. Boro: verificou-se que o sistema radicular desenvolveu-se menos que o de plantas cultivadas em solução nutritiva completa quando omitiu-se B da solução. Os folíolos mais novos ficaram encarquilhados e com pontuações amarelas e ocorreu morte da gema terminal. As plantas deficientes em B não floresceram e apresentavam-se, no final, pouco desenvolvidas.
- i. Ferro: os sintomas se manifestaram no 14º dia, através de coloração verde menos intensa pelos folíolos novos, que se apresentaram branco-amareladas entre as nervuras. As nervuras apresentavam-se com leve amarelecimento e alguns folíolos mostraram manchas necróticas esparsas.

- j. Alumínio: os sintomas de excesso de Al se evidenciaram no 7º dia após o transplante, através dos folíolos que se dobraram para baixo. Uma semana mais tarde, verificou-se superbrotamento, internódios curtos e folíolos muito desenvolvidos.
1. Manganês: os sintomas de excesso de Mn também se manifestaram no 7º dia após o transplante por dobramento dos folíolos para baixo e murcha dos mesmos. Com o evoluir dos sintomas, apareceu clorose internerval nos folíolos apicais e sintomas semelhantes à deficiência de Zn. Esse fato não está de acordo com a literatura, pois, segundo HORIO & YAMASHITA (1963) e HUZISHIGE *et alii* (1963), esperava-se que sintomas de excesso de Mn fossem semelhantes aos de deficiência de Fe.

*Acumulação de matéria seca*

Os efeitos dos tratamentos na produção de matéria seca nas diversas partes da planta, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Peso da matéria seca (g) de diversas partes do feijoeiro cultivado em solução nutritiva

Tratamentos	Caule					Total	Coleta*
	Raiz	Ramos	Folhas	Flores	Vagens		
Completo	1,60	2,96	6,09	0,51	5,72	16,88	57
- N	0,10	0,09	0,19	-	-	0,38	14
- P	0,23	0,18	0,31	-	-	0,72	14
- K	0,83	2,10	3,88	-	2,28	9,08	14
- Ca	0,04	0,03	0,22	-	-	0,29	14
- Mg	0,34	0,61	1,11	-	-	2,06	42
- S	2,06	3,45	4,78	-	2,36	12,65	42
- B	0,47	1,53	2,12	-	-	4,12	42
- Fe	0,30	0,18	0,87	-	-	1,34	14
+ Mn	0,39	0,42	1,60	-	-	2,39	29
+ Al	1,06	2,50	2,80	0,35	0,71	7,39	42

\* dias após o transplante.

Considerando-se apenas a produção total de matéria seca, verifica-se que, para os diversos tratamentos, foi obedecida a seguinte ordem decrescente: completo, - S, - K, + Al, - B, + Mn, - Mg, - P, - N e - Ca.

Com exceção do Ca, verifica-se que COBRA NETO *et alii* (1971) encontraram a mesma ordem decrescente de peso de matéria seca em feijoeiro, em função dos macronutrientes em deficiência. Deve-se fazer referência aqui, do fato de as plantas, dos diferentes tratamentos, terem sido coletadas em épocas diversas. Assim, esse fato pode ter sido parcialmente o responsável pelo grande acúmulo de matéria seca no tratamento completo, pois esse foi o último a ter suas partes colhidas, aos 57 dias após o transplante.

#### *Concentração dos elementos nas folhas*

Na Tabela 4 estão representados os teores médios de elementos minerais nas folhas.

O teor médio de Al nas raízes de feijoeiro cultivado em solução com excesso deste mineral foi 2600 ppm.

Verifica-se que as concentrações de macronutrientes e B e Fe, nas folhas (exceção do S, que não foi determinado) foram mais baixos nos tratamentos em que eles foram omitidos da solução.

Através dos dados, nota-se que a omissão de Mg e Ca favoreceram o acúmulo de K isto porque, a absorção de K pelas raízes está relacionada à absorção de outros íons. A diminuição na absorção de um cátion será compensada pela absorção de outro, de modo que o total de bases permanecerá constante (HOAGLAND, 1948).

A concentração de Ca nas folhas foi menor, em relação ao completo nos tratamentos onde se omitiu o Ca e K da solução nutritiva. Por outro lado, teor de Ca no tratamento - Mg foi levemente menor que o do completo. Isso evidencia, novamente, a proposição do equilíbrio de bases sugerida por HOAGLAND (1948).



Os teores de K e Ca, assim como os de K e Mg nas folhas se comportaram de modo que, quando se omitia um da solução, aumentava o teor foliar do outro OVERSTREET *et alii* (1952) afirmaram que o K e o Ca são absorvidos por mecanismos semelhantes, de modo que a falta de um resulta na maior absorção do outro. O acúmulo de Mg no tratamento - Ca pode ser explicado como devido a falta de Ca na solução nutritiva (COBRANE TO *et alii*, 1971).

Existe um comportamento antagônico entre Fe e Mn, e isso significa que, quando um dos dois elementos fosse omitido da solução nutritiva, deveria aumentar a absorção do outro, assim como, quando um deles fosse fornecido em excesso, deveria diminuir a absorção do outro (HORIO & YAMASHITA, 1963; HUZISHIGE, 1963). Verifica-se através dos dados que, quando o Fe foi omitido da solução, diminuiu muito o seu teor foliar, em comparação com o completo, mas o que aconteceu não era esperado, é que diminuiu também o teor foliar de Mn. Por outro lado, e esse fato sim, era esperado e está de acordo com a literatura, quando o Mn foi fornecido em excesso na solução nutritiva, diminuiu o teor foliar de Fe.

O Al fornecido em excesso na solução proporcionou um grande aumento no teor foliar desse elemento, em comparação com o do tratamento completo. Nota-se ainda que o teor radicular de Al na planta da solução que recebeu excesso do elemento, foi mais que o dobro do teor foliar, nesse mesmo tratamento.

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve o propósito de estudar alguns aspectos da nutrição do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L, var. Carioca) verificando-se os efeitos da omissão de macronutrientes e B e Fe e excesso de Al e Mn, cultivando-se as plantas em solução nutritiva. Alterações na altura de plantas e número de folhas, produção de matéria seca e composição mineral de folhas e raízes foram observadas.

Para verificar os efeitos da omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe e B e excesso de Mn e Al, plantas de feijoeiro fo-

ram cultivadas em solução nutritiva completa, deficiente e em excesso, sob condições controladas. A coleta das plantas foi feita quando expressou-se ao máximo os sintomas induzidos.

Dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. o Ca foi o elemento que, quando em omissão, teve maior efeito depressivo sobre altura de plantas, número de folhas e peso de matéria seca;
2. é possível induzir sintomas de deficiência e excessos minerais no feijoeiro quando se cultiva as plantas em solução nutritiva na ausência ou excesso do elemento em questão;
3. a produção de matéria seca foi afetada pelos tratamentos na seguinte ordem decrescente: completo, - S, - K, + Al, - B, + Mn, - Mg, - Fe, - P, - N e - Ca;
4. as principais interações entre os elementos nas folhas, detectadas pelo presente experimento foram: K x Ca, K x Mg, Fe x Mn;
5. omitindo um nutriente ocorre uma diminuição do teor do mesmo nas folhas, quando comparado com o tratamento completo.

#### SUMMARY

#### MINERAL DEFICIENCIES AND EXCESS IN THE BEAN PLANT (*Phaseolus vulgaris* L. var. Carioca)

This work had the purpose of studying some aspects of the mineral nutrition of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L., var. Carioca) checking the effects of the omission of macronutrients and also B and Fe and the excesses of Al and Mn. Some changes in height of the plants and the number of leaves, yield of dry matter and mineral composition of leaves and roots were observed.

To check the effects of omission of N, P, K, Ca, Mg,

S, Fe and B, and excesses of Mn and Al, bean plants were grown in controlled conditions. The harvest was done when the induced symptoms were well established.

From the obtained data, it is concluded that:

1. Ca was the element that, when missing, had the major depressive effect on height of the plants, number of leaves, and dry matter weight.
2. It is possible to induce symptoms of mineral deficiencies, and excesses in the bean plant if it is grown in the nutrient solution in the absence or excess of some elements.
3. Dry matter production was affected by treatments in the following increasing order: complete, - S, - K, + Al, - B, + Mn. - Mg, - Fe, - P, - N and - Ca.
4. The main interactions among the leaf elements, detected through this trial were: K x Ca x Mg, Fe x Mn.
5. The absence of an elements causes a decrease of its content in the leaves, when compared to the complete treatment.

#### LITERATURA CITADA

- BLACKMAN, G.E., 1968. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. Copenhagen Symp. Proc. UNESCO.
- BRAUNER, J.L.; VIANNA, A.C.T., 1975. Efeitos do Al e do Mn, adsorvidos por resina sintética e complexados pelo EDTA, sobre 2 variedades de trigo. *Ciência e Cultura* 27(6):637-641.
- CEPAL/FAO/BID, 1966. Brasil, investigaciones sobre el uso de insumos en la Agricultura Fertilizantes, mimeo, Santiago, Chile.
- COBRA NETO, A.; ACCORSI, W.R.; MALAVOLTA, E., 1971. Estudos

- sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., var. Roxinho). An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" **28**: 257-274, 1971.
- DOBEREINER, J., 1966. Manganese toxicity effects on nodulation and nitrogen fixation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in acid soils. Plant and Soil **14**: 153-166.
- GALLO, J.R.; MIYASAKA, S., 1961. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. Bragantia **20**: 867-884.
- HOAGLAND, D.R., 1948. **Lectures on the inorganic nutrition of plants**, 2th edition. Publ. by the Vhronica Botanica Company, Waltham, Mass.
- HORIO, T.; YAMASHITA, T., 1963. The nature of photosynthetic pyridine nucleotide reductase from spinach and phosphorylation coupled with its photoreduction. Biochem Z. **338**: 526-536.
- HUZISHIGE, H.; SATO, K.; TANAKA, K.; HAYASHIDA, T., 1963. Photosynthetic nitrate reductase. II. Further purification and biochemical properties of the enzyme. Plant Cell Physiology **4**: 307-322.
- MALAVOLTA, E., 1977. Apostila prática: "Deficiências e excessos minerais no feijoeiro", Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal (mimeo.).
- MIYASAKA, S.; IGUE, T.; FREIRE, E.S.; 1965a. Adubação do feijoeiro em solos derivados do arenito Bauru. Bragantia **24**: 231-245.
- MIYASAKA, S.; IGUE, T.; FREIRE, E.S.; MASCARENHAS, H.A.A., 1965b. Adubação verde, calagem e adubação mineral do feijoeiro em solo com vegetação de "cerrado". Bragantia **24**: 322-338.
- MIYASAKA, S.; IGUE, T.; FREIRE, E.S.; SCHIMIDT, N.C.; LEITE, N., 1966a. Efeitos de N, P, K e de uma mistura de micro-

- nutrientes em dois solos do vale do Paraíba. *Bragantia* 25: 307-316.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; ALVES, S.; ROCHA, T.R., 1966b. Efeitos de N, P, K, da calagem de uma mistura de S e micronutrientes em solo Massapê - Salmorão. *Bragantia* 25: 179-188.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; IGUE, T.; PETTINELLI, A., 1966c. Efeitos de N, P., K, da calagem e de uma mistura de S e micronutrientes, em Tietê e Tatuí. *Bragantia* 25: 297-305.
- MIYASAKA, S.; MASCARENHAS, H.A.A.; FREIRE, E.S.; ROCHA, T.R.; ALVES, S.; ISA, E., 1966d. Efeitos de N, P, K, e de uma mistura de micronutrientes em solo Massapê-Salmourão. *Bragantia* 25: 371-405.
- MIYASAKA, S.; IGUE, T.; CAMPANA, H., 1966c. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de S e micronutrientes em terra roxa-misturada. *Bragantia* 25: 145-159.
- MIYASAKA, S.; IGUE, T.; MASCARENHAS, H.A.A.; FREIRE, E. S.; DI SORDI, G., 1969. Efeitos de N, P, K, e de uma mistura de micronutrientes, em terra-roxa-misturada, previamente tratada ou não, com calcário dolomítico e adubação verde com lab-lab. *Bragantia* 26: 162-180.
- OVERSTREET, R.; JACOBSON, L.; HALDLEY, R., 1965. The effect of calcium on the absorpotion of potassium by barley. *Plant Physiology* 27: 583-597.
- RUSCHEL, A.P.; ALVAHYDO, R.; SAMPAIO, I.B.M., 1968. Influência do excesso de alumínio no feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em solução nutritiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 3: 229-233.
- TABATAI, M.A.; BREMER, J.M., 1972. A simple turbidimetric method of determining total sulfur in plant materials. *Sgronomy Journal* 62: 805-806.