

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS.
XXXVII. DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM CUBIU
(*Solanum tojiro* HUMB. & BONPL.) *

H. WEBER **
J.R. SARRUGE ***
H.P. HAAG***
A.R. DECHEN ***

RESUMO

Plantas de cubiu (*Solanum tojiro* Humb. & Bonpl.), 'INPA-P6-PL2-BL11-Exp 1', foram cultivadas, em casa de vegetação em quartzomoldo, irrigadas com soluções nutritivas, conforme SARRUGE (1975), e submetidas aos seguintes tratamentos: completo, omissão de N, omissão de P, omissão de K, omissão de Ca, omissão de Mg e omissão de S, com o objetivo de: (a) obter sintomas de deficiência dos macronutrientes; (b) analisar o crescimento das plantas através da produção de matéria seca; (c) determinar a concentração dos ma-

-
- * Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USO, Piracicaba, SP. Entregue para publicação em 02/10/1981.
- ** Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Manaus, AM.
- *** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

cro e micronutrientes, exceto molibdênio e cloro, nas folhas, caules e raízes das plantas.

Os sintomas visuais de deficiência foram identificados e descritos. As plantas foram coletadas e separadas em raiz, caule e folhas, e determinaram-se os teores de macro e micronutrientes, exceto molibdênio e cloro, neste material.

Os resultados obtidos mostram:

- a) os sintomas visuais de deficiência de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio são bem definidos e de fácil caracterização, não ocorrendo o mesmo para os sintomas visuais de deficiência de fósforo e enxofre;
- b) os tratamentos que mais afetaram o desenvolvimento das plantas foram: omissão de N, omissão de P e omissão de K, seguidos por omissão de Ca e omissão de Mg. O desenvolvimento das plantas não foi afetado com o tratamento omissão de S;
- c) os níveis de deficiência e adequação obtidos nas folhas foram: N% = 2,02 - 2,53
P% = 0,12-0,20; K% = 0,84-3,44; Ca% = 0,22-2,64; Mg% = 0,07-0,48; S% = 0,10 - 0,25.

INTRODUÇÃO

Uma grande variedade de frutíferas nativas é encontrada na Região Norte, sendo que seus cultivos mostram-se potencialmente importantes para o desenvolvimento agrícola dessa região. A fruticultura é uma atividade agrícola que vem demonstrando ser bastante vantajosa, pois possibilita o seu consumo

tanto "in natura" como industrializada. Torna-se então fundamental o estudo dessas espécies para que seus cultivos possam ser desenvolvidos.

O Cubiu (*Solanum tojiro* Humb. & Bonpl.), da família das solanáceas, é uma frutífera herbácea amazonense, cuja utilização, como tantas outras, vem diminuindo na alimentação do homem desta região, sobretudo devido à grande migração de população e conseqüentemente de costumes, bem como pela falta de estudos agrônômicos básicos que assegurem uma exploração racional das inúmeras espécies nativas encontradas nesta região. Testes de produtividade realizados em diversas procedências de cubiu, pelo Setor de Hortaliças do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, sugerem que seu cultivo pode ser rentável, conforme PAHLEN (1977).

É um arbusto ereto, ramificado de 1 a 2 m de altura, com o ciclo variável de 1 a 3 anos, sistema radicular fasciculado atingindo até 1,40 m ao redor da planta; a parte aérea é recoberta por uma pilosidade sem espinhos. É uma planta autofecundada, com inflorescência em forma de cima, sendo seus frutos de forma variada de acordo com o genótipo, citado por PAHLEN (1977).

Esta solanácea desenvolve-se em solos pobres e semi adubação, apresentando, nestas condições, uma produção ao redor de 29 ton de frutos/ha (2,9 kg/planta), quando adubada com 250 ton/ha de lixo orgânico e uma adubação de cobertura com 10 g de uréia, 10 g de superfosfato triplo, e 10 g de cloreto de potássio, por planta, no início da produção. Obteve-se nas linhas mais produtivas um rendimento de 146 ton de frutos/ha (14,6 kg/planta), e nas de menor produtividade 25 ton de frutos/ha (2,5 kg/planta). A média das produções de diversas procedências testadas foi de 56 ton de frutos/ha (PAHLEN, 1977).

O trabalho visa os seguintes aspectos nutricionais da cultura do cubiu:

- a) obter os sintomas de deficiência dos macronutrientes
- b) analisar o crescimento das plantas através da produção de matéria seca;

- c) determinar a concentração dos macronutrientes nas raízes e folhas das plantas cultivadas nos diversos tratamentos;
- d) determinar a concentração dos micronutrientes nas raízes, caule e folhas das plantas cultivadas no tratamento completo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizaram-se sementes de cubiu (*Solanum tojiro* Humb. & Bonpl.) do cultivar INPA-P6-PL2-BLII-Exp. I, procedentes do Setor de Hortaliças do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus (AM).

Procedeu-se a semeadura em bandejas contendo vermiculita, sendo que a germinação ocorreu dez dias após. Com a altura aproximada de 10 cm, trinta dias depois de semeadas, as mudas foram transplantadas em número de quatro para cada recipiente, estes revestidos internamente com tinta preta impermeabilizante (Neutrol 45*), contendo aproximadamente 10 litros de quartzo moído e lavado.

As plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva completa, citada por SARRUGE (1975), diluída na razão de 1:2 com água destilada, renovada a cada 7 dias, até que as mudas apresentaram aspecto uniforme a uma altura aproximada e 20 cm; quarenta e cinco dias após o transplante efetuou-se o desbaste deixando-se uma planta em cada recipiente. Quando as plantas atingiram aproximadamente 30 cm de altura, sessenta dias após o transplante, passou-se água em abundância pelo interior dos recipientes, visando remover os nutrientes retidos no quartzo; em seguida iniciaram-se os tratamentos em número de 7, com 4 repetições, em delineamento experimental inteiramente casualizado.

* O. Baumgart Indústria e Comércio - SP.

Os tratamentos foram os seguintes: a) completo; b) omissão de nitrogênio; c) omissão de fósforo; d) omissão de potássio; e) omissão de cálcio; f) omissão de magnésio; e g) omissão de enxofre.

As plantas eram irrigadas duas vezes ao dia, sendo as soluções nutritivas renovadas a cada 5 dias.

A evolução dos sintomas de deficiência dos macronutrientes foram descritos desde o estágio inicial até tornarem-se bastante definidos, procedendo-se, então, à coleta das tas.

O material colhido foi lavado, separado em raízes, caule e folhas, sendo colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70-75°C, até atingir peso constante.

Após determinação do peso da matéria seca, determinou-se analiticamente os teores de macro e micronutrientes, exceto molibdênio e cloro, de acordo com os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, segundo PIMENTEL GOMES (1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomas de deficiência

- Omissão de nitrogênio

Os sintomas de deficiência de nitrogênio apareceram 7 dias após o início do tratamento. As plantas tornaram-se pouco desenvolvidas, com folhas menores e de coloração verde pálida.

A evolução dos sintomas fez-se notar nas folhas inferiores com progressão do amarelecimento das bordas tomando todo o limbo foliar, havendo posteriormente necrose do teci-

do das bordas. As folhas secaram e ficaram fracamente presas ao caule.

Estes sintomas são semelhantes aos descritos por HAAG & HOMA (1968) em beringela, e por FERNANDES & HAAG (1972) em pimentão.

- Omissão de fósforo

O aparecimento dos sintomas de deficiência de fósforo ocorreu aos 14 dias após o início do tratamento, com plantas de menor desenvolvimento.

A identificação visual desta deficiência é difícil sendo evidenciada por uma coloração verde pouco intensa e sem brilho nas folhas inferiores; com a progressão do sintoma houve necrose nos ápices dos lobos destas folhas, que desprendiam-se com facilidade do caule.

HAAG & HOMA (1968) e THOMAZ *et alii* (1975) relataram sintomas de deficiência semelhantes em plantas de beringela e espinafre, respectivamente.

- Omissão de potássio

As plantas cultivadas com omissão deste nutriente apresentaram sintomas de deficiência 16 dias depois de iniciado o tratamento. Surgiram nas folhas inferiores, com enrugamento o limbo foliar ficando as nervuras em plano inferior. Apareceram pontos cloróticos distribuídos irregularmente nas áreas internervais, e clorose nas margens e ápice das folhas.

Com a evolução dos sintomas os pontos cloróticos coalesceram formando uma faixa, da nervura principal até a margem a folha, entre as nervuras secundárias, passando de uma coloração bronzeada para a necrose. O desenvolvimento da planta com omissão deste nutriente, não foi severamente afetado.

ABANTO & CRUZ (1972) descrevem sintomas de deficiência de potássio em folhas inferiores de tomateiro, que apresentam algumas características comuns com os descritos anteriormente.

- Omissão de cálcio

Os sintomas de deficiência de cálcio surgiram 38 dias, após a omissão deste elemento na solução nutritiva. As folhas novas apresentaram redução no tamanho, e surgiram pontuações cloróticas acompanhando as nervuras. Em estágio mais avançado estas folhas apresentaram-se com a margem enrolada para cima e o limbo foliar entre as nervuras secundárias se elevou. As pontuações cloróticas interligaram-se ficando o tecido foliar próximo à nervura, principal totalmente clorótico; esta clorose se expandiu acompanhando o tecido próximo às nervuras secundárias em forma de "V", com base na nervura principal. Nesse ponto as folhas apresentavam aspecto de murchamento e as partes cloróticas ficaram necrosadas.

As folhas inferiores tornaram-se amareladas. De acordo com NIGHTINGLE *et alii* (1931), SKOY (1941) e POLIZOTTO *et alii* (1973), plantas deficientes em cálcio têm problemas na utilização do nitrato.

As folhas novas dos brotos apresentavam-se retorcidas, com necrose nas margens e principalmente no ápice. Este tratamento diminuiu o desenvolvimento das plantas.

O aspecto final da planta era de murchamento, o que está de acordo com MALAVOLTA (1975). Houve alguma semelhança com os sintomas de deficiência deste nutriente descritos por HAAG *et alii* (1978) para o jiló.

- Omissão de magnésio

Após 35 dias do início do tratamento "omissão de magnésio" apareceram os primeiros sintomas de deficiência, com o amarelecimento do limbo entre as nervuras das folhas mais velhas, que progrediu da base para o ápice e do centro para as margens, tornando todo o limbo foliar de coloração amarela brilhante e permanecendo verde as nervuras. As margens das folhas sofreram necrose, que posteriormente atingiu a região internerval.

Os sintomas obtidos se aproximam dos descritos por FERNANDES & HAAG (1972) para o pimentão.

- Omissão de enxofre

Até a data da coleta do material, 53 dias após a omissão do enxofre, não foi possível constatar-se qualquer sintoma visual que caracterizasse a deficiência deste elemento na planta.

WARD (1976) verificou, em plantas de tomate e pepino, e mesmo omitindo-se o enxofre estas apresentavam teores deste elemento, sugerindo que o enxofre poderia ter vindo da semente.

ALWAY *et alii* (1937) concluíram que as plantas são capazes de absorver o enxofre da atmosfera na forma de SO_2 e convertê-lo em sulfato, podendo, dessa forma, até suprir suas necessidades.

A causa que não permitiu que o enxofre atingisse níveis de deficiência, manifestando-se através de sintomas visuais, poderia ser a baixa exigência desta cultura, sendo suficiente o elemento fornecido na solução completa antes da instalação do tratamento com omissão e ou pela atmosfera.

SANTOS *et alii* (1972) relataram que plantas de ervilha deficientes em xofre tiveram desenvolvimento semelhante às saudáveis. HAAG *et alii* (1968c) não obtiveram sintomas de deficiências deste nutriente em cebola, atribuindo ao sulfato ferroso, necessário para preparar o Fe-EDTA, uma fonte suficiente para o desenvolvimento da planta.

Crescimento

Os valores médios dos pesos da matéria seca das partes das plantas e o resumo da análise de variância destes dados, em função dos diversos tratamentos, acham-se expressos nas Tabelas 1 e 2.

A omissão de nitrogênio causou a maior redução na produção de matéria seca pelas folhas, caules e raízes, sendo também o primeiro a manifestar sintomas de deficiência, descritos anteriormente.

Tabela 1 - Peso da matéria seca (g) das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)

Tratamentos	Partes das plantas		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	38,45 c	8,98 c	21,04 c
Omissão de N	2,33 a	0,68 a	2,81 a
Omissão de P	5,55 ab	1,17 a	3,99 a
Omissão de K	13,23 b	1,48 a	4,61 a
Omissão de Ca	30,09 c	5,14 b	7,99 b
Omissão de Mg	37,60 c	4,53 b	8,08 b
Omissão de S	39,43 c	8,95 c	19,91 c
d.m.s. (Tukey 5%)	9,43	1,51	2,93

Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância do peso da matéria seca (g) das folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos

Causas da Variação	G.L.	Quadrados médios		
		Matéria seca		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamentos	6	1,075,0792**	50,0132**	229,5211**
Resíduo	21	1,6266	0,4312	1,6266
Total	27			
C.V. (%) =		13,04	14,85	13,04

** quadrados médios correspondentes a valores de F significativos ao nível de 1% de probabilidade.

As plantas deficientes em fósforo sofreram redução na produção da matéria seca das folhas, caule e raízes, apresentando os sintomas de deficiência já descritos.

Sendo um nutriente que exerce muitas e variadas funções no metabolismo da planta, o suprimento inadequado deste elemento poderá afetar inúmeros processos metabólicos atingindo o desenvolvimento da planta.

HEWITT (1951), ALABAUM (1952), MENGEL & KIRKBY (1978) entre outros, citam a importância do fósforo no desenvolvimento das plantas, uma vez que o mesmo está presente: em compostos que participam na síntese de proteínas; na transferência de elétrons, nos fosfatos de adenosina responsáveis pela liberação de energia; como regulador e ativador de muitos processos metabólicos.

Houve diminuição na produção da matéria seca das folhas, caule e raízes quando as plantas se desenvolveram no tratamento com omissão de potássio. Nestas plantas os sintomas de potássio mostravam-se bastante evidenciados, conforme descrição anterior.

MENGEL & PFLUGER (1969) citam que a maior parte do potássio em planta está na forma iônica, atuando no potencial osmótico da planta e regulando a absorção de água pelo xilema e células.

Plantas com bom suprimento de potássio diminuem a perda de água pela transpiração devido à redução da taxa de respiração e o controle de abertura e fechamento dos estômatos, segundo BRAG (1972).

A omissão de cálcio e de magnésio tiveram participação somente na diminuição da produção da matéria seca do caule e raiz. Nos tratamentos com omissão de nitrogênio, de fósforo e de potássio essa diminuição foi mais drástica. Apesar de não afetar a produção da matéria seca das folhas, a omissão de cálcio e de magnésio apresentaram, nas mesmas, sintomas de deficiência bem definidos, citados anteriormente.

*Concentração de nutrientes***- Nitrogênio**

Os resultados médios das concentrações de nitrogênio na partes das plantas, bem como o resumo da análise da variância encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Teor de nitrogênio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)

Tratamentos	Partes das plantas		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	3,53 ab *	2,00 bc	1,88 ab
Omissão de N	2,02 a	0,96 a	1,37 a
Omissão de P	3,90 ab	1,71 b	2,09 bc
Omissão de K	4,18 b	2,10 bc	3,02 d
Omissão de Ca	4,78 b	3,75 d	2,70 cd
Omissão de Mg	3,58 ab	2,27 c	2,10 bc
Omissão de S	3,34 ab	1,83 bc	2,11 bc
d.m.s. (Tukey 5%)	2,02	0,53	0,64

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

A omissão de nitrogênio provocou diminuição da concentração do elemento apenas nos tecidos do caule. Nas folhas e raízes não se verificaram diferenças nas concentrações do nitrogênio, possivelmente em virtude do efeito de diluição, uma vez que as plantas que se desenvolveram no tratamento completo apresentaram maior crescimento.

No caule nota-se que o tratamento com omissão de cálcio elevou a concentração do nitrogênio. Observa-se que nas raí-

Tabela 4 - Resumo da análise de variância das concentrações (%) de nitrogênio e fósforo nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos

Causas da Variação	G.L.	Quadrados médios					
		Nitrogênio			Fósforo		
		Folhas	Caules	Raízes	Folhas	Caules	Raízes
Tratamentos	6	2,8880*	2,8535**	1,1616**	0,1187**	0,1419**	0,1030**
Resíduo	21	0,7743	0,0540	0,0770	0,0006	0,0008	0,0012
Total	27						
C.V. (%)		24,32	11,12	12,72	8,43	10,59	12,62

* e ** = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

zes, além do tratamento com omissão de cálcio, o tratamento com omissão de potássio proporcionou aumento no teor de nitrogênio.

CIBES & SAMUELS (1955) observaram que a omissão de potássio elevou o teor de nitrogênio em folhas de cafeeiro. WALL (1939) e RICHARDS & BERNER (1954) relataram que plantas deficientes em potássio apresentaram teor elevado de aminoácidos livres em seus tecidos.

- Fósforo

Os valores médios das concentrações de fósforo nas partes das plantas e o resumo da análise de variância acham-se nas Tabelas 5 e 4.

Tabela 5 - Teor de fósforo (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)

Tratamentos	Partes das plantas		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	0,20 bc *	0,13 b	0,16 a
Omissão de N	0,42 d	0,42 d	0,45 c
Omissão de P	0,12 a	0,04 a	0,08 d
Omissão de K	0,61 e	0,53 e	0,46 c
Omissão de Ca	0,25 c	0,20 c	0,25 b
Omissão de Mg	0,35 c	0,44 d	0,40 c
Omissão de S	0,16 ab	0,11 b	0,12 a
d.m.s. (Tukey 5%)	0,06	0,06	0,08

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

A ausência de fósforo causou redução no teor do mesmo nas folhas e no caule.

Nas folhas houve elevação no teor de fósforo nos tratamentos com omissão de nitrogênio e de potássio, este causando maior efeito. No caule e nas raízes esses tratamentos, juntamente com omissão de cálcio e de magnésio, provocaram mesmo efeito. TROUG *et alii* (1947), trabalhando com ervilha, verificaram que houve elevação na concentração de fósforo, à medida que aumentavam os níveis de magnésio. COBRA NETTO (1971) obteve altas concentrações de fósforo em plantas de feijão quando estas foram cultivadas em ausência de nitrogênio. A elevação dos teores de fósforo em plantas deficientes em potássio e em cálcio foram observados por MAYNARD (1970) em duas variedades de espinafre.

- Potássio

As concentrações médias de potássio nas partes das plantas, e o resumo da análise de variância, podem ser observados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 - Teor de potássio (%) na matéria seca das raízes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)

Tratamentos	Partes das plantas		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	3,44 b*	2,37 b	2,16 b
Omissão de N	3,68 b	3,70 c	3,94 d
Omissão de P	3,48 b	1,95 b	3,31 cd
Omissão de K	0,84 a	0,42 a	0,80 a
Omissão de Ca	4,02 b	2,79 b	3,33 cd
Omissão de Mg	4,02 b	3,96 c	2,98 bcd
Omissão de S	3,38 b	2,35 b	2,34 bc
d.m.s. (Tukey 5%)	0,71	0,85	1,14

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância de concentrações (%) de potássio e cálcio nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos

Causas da Variação	G.L.	Quadrados médios					
		Potássio			Cálcio		
		Folhas	Caules	Raízes	Folhas	Caules	Raízes
Tratamentos	6	4,8355**	5,5473**	4,2588**	3,7694**	1,1991**	0,3361**
	21	0,0961	0,1363	0,2453	0,0991	0,0760	0,0266
Total	27						
C.V. (%)		9,49	14,72	18,38	14,60	21,90	20,58

** = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

O teor de potássio nas folhas, caule e raízes diminuiu drasticamente quando omitiu-se este nutriente no suprimento mineral das plantas.

No caule os tratamentos com omissão de nitrogênio e de magnésio aumentaram a concentração de potássio. Em relação às raízes, observa-se que ocorreu elevação no teor de potássio nas plantas deficientes em nitrogênio, fósforo e cálcio.

MAYNARD (1970) verificou que as carências de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, na solução nutritiva, elevou o teor de potássio nas folhas velhas de plantas de espinafre. Em outras espécies, como por exemplo:

COBRA NETO *et alii* (1971) observaram que o teor de potássio aumentava nas folhas de plantas de feijão deficientes em fósforo.

- Cálcio

Nas Tabelas 8 e 7 estão resultados médios das concentrações de cálcio nas partes das plantas e o resumo da análise de variância.

A concentração do cálcio nas raízes, caules e folhas foi menor quando omitiu-se este nutriente na solução.

A concentração de cálcio nas folhas foi reduzida no tratamento em que omitiu-se o magnésio. THOMAZ *et alii* (1975), trabalhando com espinafre, obtiveram resultado semelhante.

Observa-se que a omissão do potássio teve efeito elevando a concentração do cálcio contido nos tecidos do caule. De acordo com HOAGLAND (1944), deve haver um equilíbrio de cátions no interior da planta, de modo que o total seja constante. Se houver redução na absorção de determinado cátion, este deve ser compensado pela maior absorção de outro, o que é reafirmado por OVERSTREET *et alii* (1952).

- Magnésio

Os teores médios de magnésio nas partes das plantas, as

Tabela 8 - Teor de cálcio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)

Tratamentos	Partes das plantas		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	2,64 c *	1,91 bc	0,98 b
Omissão de N	2,94 c	1,75 cd	0,89 b
Omissão de P	2,22 bc	1,39 bcd	0,73 b
Omissão de K	2,93 c	1,83 d	0,88 b
Omissão de Ca	0,22 a	0,21 a	0,19 a
Omissão de Mg	1,61 b	1,44 bcd	1,08 b
Omissão de S	2,51 c	0,99 b	0,80 b
d.m.s. (Tukey 5%)	0,72	0,63	0,37

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

sim como a análise de variância resumida, encontram-se nas Tabelas 9 e 10.

As menores concentrações de magnésio nas raízes, caules e folhas ocorreram nas plantas cultivadas em ausência deste nutriente.

Verifica-se nas folhas que houve efeito da omissão de fósforo na redução do teor de magnésio. COBRA NETTO (1971) obteve resultado semelhante trabalhando com feijoeiro. Nos tratamentos omissão de K e omissão de Ca observa-se que houve elevação no teor de magnésio nas folhas, caule e raízes. Esta maior concentração pode ser causada pelo efeito antagônico que estes nutrientes exercem sobre a absorção do magnésio. As concentrações mais altas foram encontradas no tratamento em que se omitiu o potássio.

Tabela 9 - Teor de magnésio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)

Tratamentos	Partes das plantas		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	0,48 c*	0,42 c	0,72 c
Omissão de N	0,49 c	0,51 bc	0,71 c
Omissão de P	0,40 b	0,40 b	0,58 bc
Omissão de K	0,88 e	0,91 d	0,93 d
Omissão de Ca	0,67 d	0,58 c	0,51 b
Omissão de Mg	0,07 a	0,12 a	0,17 a
Omissão de S	0,48 c	0,40 b	0,73 c
d.m.s. (Tukey 5%)	0,07	0,13	0,18

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

WOBRIDGE (1955) conclui que o alto teor de magnésio na folhas superiores e frutos de macieiras deficientes em cálcio evidencia o efeito antagônico entre estes nutrientes.

A relação negativa entre a absorção do potássio e do magnésio é concordante com HAAG (1958) e MALAVOLTA (1963), que trabalharam com café em solução nutritiva e em condições de campo, respectivamente.

- Enxofre

Nas Tabelas 11 e 10 encontram-se os resultados médios dos teores de enxofre e os dados resumidos da análise de variância.

A omissão do enxofre afetou negativamente a concentração do mesmo nas folhas, enquanto que o tratamento omissão de

Tabela 10 - Resumo da análise de variância das concentrações (%) de magnésio e enxofre nas folhas, caules e raízes nos diferentes tratamentos

Causas da Variação	G.L.	Quadrados médios					
		Magnésio			Enxofre		
		Folhas	Caules	Raízes	Folhas	Caules	Raízes
Tratamentos	6	0,2459**	0,2294**	0,2290**	0,0390**	0,1017**	0,1364**
	21	0,0010	0,0033	0,0060	0,0034	0,0098	0,0309
Total	27						
C.V. (%)		6,56	12,11	12,43	23,05	26,73	44,00

** = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

cálcio provocou elevação no teor daquele elemento. MALAVOLTA (1977) cita que a absorção de enxofre depende diretamente, de sua concentração e indiretamente das concentrações de cálcio e magnésio.

Tabela 11 - Teor de enxofre (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)

Tratamento	Partes das plantas		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	0,25 b *	0,30 ab	0,30 ab
Omissão de N	0,23 ab	0,53 bc	0,65 b
Omissão de P	0,23 ab	0,33 bc	0,36 ab
Omissão de K	0,30 bc	0,53 bc	0,53 b
Omissão de Ca	0,43 c	0,49 bc	0,53 b
Omissão de Mg	0,22 ab	0,53 bc	0,33 ab
Omissão de S	0,10 a	0,49 a	0,09 a

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

Níveis de nutrientes

Os teores médios dos macronutrientes encontrados nas partes das plantas, apresentando ou não sintomas de deficiência, foram os seguintes:

Nutrientes	Plantas sem deficiência			Plantas com deficiência		
	------(%)-----			------(%)-----		
	Raízes	Caules	Folhas	Raízes	Caules	Folhas
N	1,88	2,00	3,53	1,37	0,96	2,02
P	0,16	0,13	0,20	0,08	0,04	0,12
K	2,16	2,37	3,44	0,80	0,42	0,84
Ca	0,98	1,19	2,64	0,19	0,21	0,22
Mg	0,72	0,42	0,48	0,17	0,12	0,07
S	0,30	0,30	0,25	0,09	0,09	0,10

Os teores médios de micronutrientes nas partes das plantas do tratamento completo foram:

Nutriente	Raízes ppm	Caules ppm	Folhas ppm
B	24,0	24,2	91,2
Cu	6,2	2,7	5,0
	730,0	38,5	238,7
Mn	28,5	15,2	35,7
Zn	39,5	13,5	35,2

CONCLUSÕES

Os sintomas visuais de deficiência de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, são bem definidos e de fácil caracterização, não ocorrendo o mesmo para os sintomas visuais de deficiência de fósforo e enxofre.

Os tratamentos que mais afetaram o desenvolvimento das plantas foram: omissão de N > omissão de P > omissão de K, seguidos por omissão de Ca e omissão de Mg. A omissão de S não afetou o desenvolvimento das plantas.

Os teores médios dos macronutrientes, encontrados em plantas apresentando ou não sintomas de deficiência são:

Nutriente	Plantas sem deficiência			Plantas com deficiência		
	Raízes	Caules	Folhas	Raízes	Caules	Folhas
N	1,88	2,00	3,53	1,37	0,96	2,02
P	0,16	0,13	0,20	0,08	0,04	0,12
KK	2,16	2,37	3,44	0,80	0,42	0,84
Ca	0,98	1,19	2,64	0,19	0,21	0,22
Mg	0,72	0,42	0,48	0,17	0,12	0,07
S	0,30	0,30	0,25	0,09	0,09	0,10

Os teores médios de micronutrientes nas partes das plantas do tratamento completo foram:

Nutriente	ppm		
	Raízes	Caules	Folhas
B	24,0	24,2	91,2
Cu	6,2	2,7	5,0
Fe	730,0	38,5	238,7
Mn	28,5	15,2	35,7
Zn	39,5	13,5	35,2

SUMMARY

MACRONUTRIENT DEFICIENCIES ON *Solanum tojiro* Humb. & Bonpl.

In order to obtain: a) a clear picture of the picture of the deficiency symptoms of N, P, K, Ca, Mg, and S; b) the effects of lack of the elements on the dry matter production, and; c) concentrations of the macro and micronutrients,

excepted for Mo and Cl, on the leaves, stems and roots; young cubiu plants (*Solanum tojiro* Humb. & Bonpl.), 'INPA-P6-PL2-BLUU-Exp 1', were cultivated in nutrient solutions, in which one of the following elements were omitted at once: N, P, K, Ca, Mg and S.

Clear cut symptoms were obtained for N, K, Ca and Mg. The symptoms for P and S were uncleared.

The growth rate of the cubiu plants was drastically affected by lack of N, P, K, followed by Ca and Mg. The omission of S from the nutrient solution did not affected the growth of the plants. The levels detected by chemical analysis of the leaves from "deficient" and "normal" plants were" N% = 2.02-3.53; P% = 0.12-0.20; K% = 0.84-3.44; Ca% = 0.22-2.64; Mg% = 0.07-0.48; S% = 0.10-0.25.

LITERATURA CITADA

ABANTO, A.M.; CRUZ, A.S., 1972. Alteraciones morfológicas e fisiológicas em tomate (*Lycopersicum esculentum* L.), causadas por deficiências de potássio, magnésio y boro. Turrialba 22(4): 403-408.

ALABUM, H.G., 1952. The metabolism of phospholyated componds in plants. Annual Rev. Plant Physiology 3: 35-58.

ALWAY, F.J.; MARSH, A.W.; METHLEY, W.J., 1937. Sulficiency of atmosferic sulphur for maximum corn yields. Proc. Soil Sci. Soc. America 2: 229-238.

BRAG, H., 1972. The influence of potassium on the transpiration rate and stomatal opening in *Triticum aestivum* and *Pisum sativum*. Physiology Plantarum 26: 250-257.

CIBES, H.; SAMUELS, G., 1955. Mineral deficiencie symptoms displayed by coffee trees under controled conditions. Technical Paper, Agricultural Experiment, Ithaca, University of Puerto Rico, Rio Piedras, nº 14, 8p.

- COBRA NETTO, 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.
- FERNANDES, P.D. e H.P. HAAG, 1972. Nutrição mineral de hortaliças. XXI. Efeito da omissão dos macronutrientes no crescimento e na composição química do pimentão (*Capsicum annum*, L., var. Avelar). An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" **29**: 223-235.
- HAAG, H.P., 1958. **Efeito das deficiências e excessos de macronutrientes no crescimento e na composição do cafeeiro** (*Coffea arabica* L. var. Bourbon (B. Roch) Chouss) cultivado em solução nutritiva, Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 103p. (tese de doutoramento).
- HAAG, H.P.; HOMA, P.; KIMOTO, T., 1968c. Nutrição mineral de hortaliças. VI. Deficiência de macronutrientes em cebola. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" **25**: 203-212.
- HAAG, H.P.; MINAMI, K.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J.R., 1978. Nutrição mineral de hortaliças. XXXII. Distúrbios nutricionais em jilão (*Solanum gilo* cultivar Morro Grande Oblongo) cultivado em solução nutritiva. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" **35**: 327-339.
- HEWITT, E.J., 1951. Role of the mineral elements in plant nutrition. Annual Rev. Plant Physiology **2**: 25-52.
- HOAGLAND, D.R., 1944. **Lectures on the inorganic nutrition of plants**, 2. ed., Waltham, Mass, Chronica Botanica, 226p.
- MALAVOLTA, E., 1963. **Cultura e adubação do cafeeiro**, São Paulo, Instituto Brasileiro da Potassa, 277p.
- MALAVOLTA, E.; CASTRO, P.R.C.; CRUZ, V.F.; YAMADA, T., 1975. Calcium and its relationship to blossom-end rot in tomato. Communications in Soil Science and Planta Analysis **6** (3) : 273-284.

- MALAVOLTA, E., 1977. **O potássio e a planta**, Boletim Técnico, Instituto da Potassa e Fosfato, Piracicaba, nº 1, 60p.
- MAYNARD, D.N., 1970. The effects of nutrient stress on the growth and composition of spinach. Journ. Am. Soc. Hort. Sci. **95**(5): 598-600.
- MENGEL, K.; PFLUGER, R., 1969. Der einfluss verschiedener salze und verschiedener inhibitoren auf den wurzeldruck von *Zea mays*. Physiology Plantarum **22**: 840-849.
- MENGEL, R.; KIRKBY, E.A., 1978. **Principles of plant nutrition**, Berne, International Potash Institute, 593p.
- NIGHTINGALE, G.T.; ADDOMS, R.M.; ROBBINS, W.R.; SCHERMERHON, L.G., 1931. Effect of Ca deficiency on nitrate absorption and metabolism in tomato. Plant Physiologist **6**: 605-630.
- OVERSTREET, R.; JACOBSON, L.; HANDLEY, R., 1952. The effects of Ca on the absorption of K by barley. Plant Physiology, **27**: 583-590.
- PAHLEN, A. von der, 1977. Cubiu (*Solanum tojiro* (Humb. & Bonpl.)), uma frutiera da Amazônia. Acta Amazônica **7**(3): 301-307.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. **Curso de Estatística Experimental**, 5a. ed., São Paulo, Nobel, 430p.
- POLIZOTTO, K.P.; WILCOX, G.E.; JONES, C.M., 1975. Response of growth and mineral composition of potato to nitrate and ammonium nitrogen. Jour. Am. Soc. Hort. Sci. **100**(2): 165-168.
- RICHARDS, E.J.; BERNER, E., 1954. Physiological studies in plant nutrition. XVII. A general survey of the free amino-acids of barley as affected by mineral nutrition with special reference to potassium supply. Ann. Botany **18**: 15-33.
- SANTOS, M.A.C.; HAAG, H.P.; SARRUGEM J.R., 1972. Nutrição mineral de hortaliças. XVIII. Efeito da omissão dos macronutrientes e de boro no desenvolvimento e na composição da ervilha. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" **29**: 69-79.

- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. **Análise químicas em plantas**, Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 56p.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica** 1: 213-233.
- SKOY, Y., 1941. Effect of the form of the available N on the Ca deficiency symptoms in the bean plants. **Plant Physiology** 16: 145-147.
- THOMAZ, M.C.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J.R., 1975. Nutrição mineral de hortaliças. XXV. Deficiência de macronutrientes e de boro em espinafre (*Tetragonio expansa* Murr.) An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 32: 205-230.
- TROUG, E.; COATES, R.J.; GERLOF, G.C.; BERKER, K.C., 1947. Magnesium-phosphorus relationship in plant nutrition. **Soil Science** 63: 19-25.
- WALL, M.E., 1939. The role of N in plants. I. Effects of varying amounts of potassium on nittrogenous. Carbohydrate and mineral metabolism in the tomato plants. **Soil Science** 47: 143-161.
- WARD, G.M., 1976. Sulphur deficiency and toxicity symptoms in greenhouse tomatoes and cucumbers. **Canadian Jour. Plant Sci.** 56(1): 133-137.
- WOBRIDGER, C.G., 1955. Magnesium deficiency in apples in British Columbia. **Canadian Jour. Agric. Sci.** 35: 350-357.