

DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM CUBIU (*Solanum tomentosum*, HUMB. E BONPL.)

HEROLDO WEBER

Engenheiro-Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ RENATO SARRUGE

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho, 1981

Ofereço
aos meus pais,

Dedico à
Rosalba, Flávia e Betina.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge.

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag.

Ao Prof. Dr. Antonio Roque Dechen.

Ao Prof. Dr. Gilberto Diniz de Oliveira (*in memorium*).

Aos funcionários do Setor de Nutrição Mineral de Plan
tas do Departamento de Química da Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz".

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Ao Planalsucar.

Í N D I C E

Pág.

RESUMO	
SUMMARY	
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4.1 - Sintomas de Deficiência	10
4.1.1 - Omissão de nitrogênio	10
4.1.2 - Omissão de fósforo	11
4.1.3 - Omissão de potássio	11
4.1.4 - Omissão de cálcio	12
4.1.5 - Omissão de magnésio	13
4.1.6 - Omissão de enxofre	13
4.2 - Crescimento	14
4.3 - Concentração de Nutrientes	19
4.3.1 - Nitrogênio	19
4.3.2 - Fósforo	21
4.3.3 - Potássio	22
4.3.4 - Cálcio	24
4.3.5 - Magnésio	25
4.3.6 - Enxofre	27

	Pág.
4.3.7 - Boro	28
4.3.8 - Cobre	30
4.3.9 - Ferro	31
4.3.10 - Manganês	34
4.3.11 - Zinco	35
4.4 - Níveis de Nutrientes	36
5. CONCLUSÕES	38
6. LITERATURA CITADA	40

LISTA DE TABELAS

TABELA		Pág.
1	Peso da matéria seca (g) das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	15
2	Resumo da análise de variância do peso da matéria seca (g) das folhas caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos	15
3	Teor de nitrogênio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	20
4	Resumo da análise de variância das concentrações (%) de nitrogênio e fósforo nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos ...	20
5	Teor de fósforo (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	21
6	Teor de potássio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	23
7	Resumo da análise de variância das concentrações (%) de potássio e cálcio nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos	23

TABELA

Pág.

8	Teor de cálcio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	24
9	Teor de magnésio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	26
10	Resumo da análise de variância das concentrações (%) de magnésio e enxofre nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos	26
11	Teor de enxofre (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	28
12	Teor de boro (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	29
13	Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de boro e cobre nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos	29
14	Teor de cobre (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	30

TABELA

Pág.

15	Teor de ferro (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	32
16	Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de ferro, manganês e zinco nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos	33
17	Teor de manganês (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	34
18	Teor de zinco (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas)	35

DEFICIÊNCIAS DE MACRO NUTRIENTES EM CUBIU
(*Solanum tojiro*, Humb. e Bonpl.)

Candidato: Heroldo Weber
Orientador: Dr. José Renato Sarruge

R E S U M O

Plantas de cubiu (*Solanum tojiro*, Humb. e Bonpl.), 'INPA-P6-PL2-BLII-Exp I', foram cultivadas, em casa de vegetação do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em quartzo moído, 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 macro e micronutrientes, exceto molibdênio e cloro, nas folhas, caules e raízes das plantas cultivadas nos diversos tratamentos.

Os sintomas visuais de deficiência foram identifica-

dos 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:

- 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 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.

- Os níveis de deficiência e adequação obtidos nas folhas foram: 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.

MACRONUTRIENTS DEFICIENCIES ON
Solanum tojiro, Humb. & Bonpl.

Candidate: Heroldo Weber
Adviser: Dr. José Renato Sarruge

S U M M A R Y

In order to obtain:

- a) a clear picture of the deficiencies symptoms of N, P, K, Ca, Mg and S;
 - b) the lack of the elements on the dry matter production;
 - c) concentrations of the macro and micronutrients, excepted for Mo and Cl, on the leaves, stems and roots;
- young cubiu plants (*Solanum tojiro*, Humb. e Bonpl.), 'INPA-P6-PL2-BLII-Exp I', an herbaceous fruit plants, were cultivated in nutrients 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 unclear.

The growth rate of the cubiu plants were 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.

1. 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. e 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 consequentemente de costumes, bem como pela falta de estudos agronômicos 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).

O presente 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 macro e micronutrientes, exceto molibdênio e cloro, nas raízes, caule e folhas das plantas cultivadas nos diversos tratamentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Devido à literatura consultada não apresentar nenhum trabalho relacionado com a nutrição mineral do cubiu (*Solanum tomentosum*, Humb. e Bonpl.), serão citadas somente informações gerais desta cultura encontradas na bibliografia, e alguns trabalhos relacionados com a nutrição mineral da beringela (*Solanum melongena* L.) e de jiló (*Solanum gilo* Raddi), plantas pertencentes ao mesmo gênero.

De acordo com BRÜCHER (1973), o cubiu é originário do Alto Orinoco. Plantado em toda a Amazônia, no Brasil, Peru e Colômbia, conforme PATIÑO (1962), sendo encontrado como sub-espontâneo no Estado do Amazonas, segundo PAHLEN (1977).

O cubiu 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 autofecunda da, com inflorescência em forma de cima, sendo seus frutos de forma variada de acordo com o genótipo, citado por PAHLEN (1977).

Esta variação genética fez com que SCHULTES e ROMERO-CASTAÑEDA (1962) dessem nome diferente (*Solanum alibile* R.E. Schultes sp. nov.) para a forma globosa, o que segundo PAHLEN (1977) não é justificável.

Czyrnieiw e Herrera, do Departamento de Tecnologia e Alimentos da Universidade de Caracas, citados por BRÜCHER (1968), relatam a seguinte composição para o fruto do cubiu: tanino 1,24 mg/100 g; vitamina C 5,3 mg/100 g e proteína 0,5%.

Esta solanácea desenvolve-se em solos pobres e sem 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 ureia, 10 g de superfosfato triplo, e 10 g de cloreto de potássio, por planta, no início da produção. Obteve-se nas linhagens 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).

Propaga-se por sementes e apresenta um desenvolvimento inicial lento. Sendo muito sensível ao transplante, deve-se repicá-lo para sacos plásticos três a quatro semanas depois da sementeira

e transplantá-lo para lugar definitivo dois meses depois. No quarto ou quinto mês inicia-se a produção com duração de aproximadamente três meses, de acordo com PAHLEN (1977).

Encontrou-se na literatura consultada poucos trabalhos sobre a nutrição mineral do jiló ou da beringela, apesar de serem muito cultivadas.

HAAG *et alii* (1978), conduzindo experimento em solução nutritiva, determinaram os níveis dos macronutrientes e do boro em folhas sadias e deficientes de plantas de jiló 'Morro Grande Oblongo'. Dos sintomas visuais de deficiência obtidos, o de mais difícil identificação foi o de fósforo.

HAAG *et alii* (1979) verificaram o acúmulo de matéria seca e de nutrientes durante o desenvolvimento de plantas de jiló 'Morro Grande Oblongo' em Terra Roxa Estruturada, série "Luiz de Queiroz", e concluíram que o crescimento e a absorção dos nutrientes foram lentos até os 80 dias, intensificando-se depois deste período, e estabilizando-se no final do ciclo. Os autores determinaram a concentração dos nutrientes nas folhas no início do florescimento, a extração de macro e micronutrientes que ocorre em 1 ha da cultura e a exportação dos nutrientes pela produção, concluindo que o jiló é uma hortaliça tropical exigente em nutrientes.

FURLANI *et alii* (1978), analisando a composição mineral de diversas hortaliças, citam a concentração dos macro e micronutrientes na matéria seca do jiló por ocasião da colheita.

O estudo da deficiência de macronutrientes em plantas de beringela var. Híbrida Fl, Piracicaba nº 100, conduzido por HAAG e HOMA (1968a), mostra que os sintomas de deficiência são de di fícil caracterização e que sua manifestação ocorre na seguinte ordem decrescente: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Os autores também determinaram os níveis destes nutrientes em folhas de plantas sadias e deficientes.

HAAG e HOMA (1968b), verificando a absorção dos macro nutrientes pela beringela 'Híbrida Fl Piracicaba nº 100' concluíram que: o crescimento desta solanácea foi lento até aos 56 dias intensificando-se até o final do ciclo; a absorção dos macronutrientes foi baixa até os 46 dias, aumentando até à produção. A absorção dos macronutrientes ocorreu na seguinte ordem decrescente: potássio, ni trogênio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Química, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba (SP), sendo iniciado em 13/02/79.

Utilizaram-se sementes de cubiu (*Solanum tomatillo*, Humb. e Bonpl.) da 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.

* O. Baumgart Indústria e Comércio - SP.

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 e uma altura aproximada de 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.

Os tratamentos foram os seguintes:

1. Completo;
2. Omissão de nitrogênio;
3. Omissão de fósforo;
4. Omissão de potássio;
5. Omissão de cálcio;
6. Omissão de magnésio;
7. Omissão de enxofre.

As soluções nutritivas utilizadas foram baseadas em SARRUGE (1975).

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

ções ocorria através de orifícios no fundo de cada recipiente ligados com tubos plásticos aos frascos coletores com capacidade de 1 litro.

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 plantas. O tratamento completo e a omissão de enxofre, que não apresentou deficiência, foram coletados juntos com os últimos tratamentos que apresentaram os sintomas de deficiência bem caracterizados.

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, procedeu-se a moagem do material em moinho tipo Wiley. 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 PELENTEL GOMES (1973).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Sintomas de Deficiência

4.1.1 - 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 tecido das bordas. As folhas secaram e ficaram fracamente presas ao caule.

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

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

4.1.3 - 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 do 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 da 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 e CRUZ (1972) descrevem sintomas de deficiência de potássio em folhas inferiores de tomateiro, que apresentam algumas características comuns com os descritos anteriormente.

4.1.4 - 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. Neste 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.

4.1.5 - Omissão de magnésio

Após 35 dias do início do tratamento omissão de magnésio apareceram os primeiros sintomas de deficiência, com o amarelamento 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 e HAAG (1972) para o pimentão.

4.1.6 - 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, que 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 enxofre tiveram desenvolvimento semelhante às sadias. HAAG *et alii* (1968c) não obtiveram sintomas de deficiência deste nutriente em cebola, atribuindo ao sulfato ferroso, necessário para preparar o Fe-EDTA, uma fonte suficiente para o desenvolvimento da planta.

4.2 - 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,

O nitrogênio é um constituinte de aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, coenzimas e ativador enzimático, sendo dessa forma um nutriente que quando omitido provoca profundas alterações no metabolismo das plantas.

Sua importância na estrutura e funcionamento dos mecanismos fotossintéticos é citada por ANDREEVA *et alii* (1971).

De acordo com THOMPSON e WEIER (1962), plantas deficientes em nitrogênio apresentam colapso e distúrbios no desenvolvimento dos cloroplastos.

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 e 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 eletrons; nos fosfatos de adenosina responsáveis pela liberação de energia; como regulador e ativador de muitos processos metabólicos.

TOMBESI *et alii* (1969) associam baixos níveis de fósforo com redução na velocidade de fosforilação e na velocidade de

transporte de eletrons.

PASHCHENKO (1971) relata a influência que o fósforo exerce sobre o funcionamento do mecanismo da fotossíntese.

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 e PFLÜGER (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).

FISCHER e HSIÃO (1968), RASCHKE (1975) mostram que o potássio encontra-se nas células guardas dos estômatos, regulando sua abertura e fechamento.

De acordo com HARTT (1970), o potássio é indispensável à translocação de produtos elaborados pela fotossíntese.

Para EVANS e WILDES (1971) mais de 60 enzimas diferentes requerem um cátion monovalente para sua ativação, sendo que, na maioria dos casos, este cátion é o K^+ , envolvido na síntese de proteínas e amidos.

A omissão de cálcio e de magnésio tiveram participa-

ção 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.

BROYER e STOUT (1959), MALAVOLTA *et alii* (1975) relatam que o cálcio é um nutriente indispensável na manutenção, integridade e funcionamento das membranas celulares, sendo também necessário para o alongamento e divisão celular.

De acordo com HEWIT (1951) existem algumas enzimas relacionadas com o metabolismo do fósforo, que são ativadas pelo cálcio.

Relatando algumas funções do magnésio na planta, HEWIT (1951), MENGEL e KIRKBY (1978) citam a presença deste nutriente no centro da molécula de clorofila, atuando também como co-fator na ativação da maioria das enzimas ligadas aos processos de fosforilação.

Devido a estas funções, as deficiências destes nutrientes causaram distúrbios fisiológicos que afetaram o desenvolvimento da planta, refletindo-se na produção da matéria seca.

4.3 - Concentração de Nutrientes

4.3.1 - Nitrogênio

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

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

No caule nota-se que o tratamento com omissão de cál cio elevou a concentração do nitrogênio. Observa-se que nas raízes, além do tratamento com omissão de cálcio, o tratamento com omissão de potássio proporcionou aumento no teor de nitrogênio.

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

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.

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**	0,1197**	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.

4.3.2 - 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 b
Omissão de N	0,42 d	0,42 d	0,45 d
Omissão de P	0,12 a	0,04 a	0,08 a
Omissão de K	0,61 e	0,52 e	0,46 d
Omissão de Ca	0,25 c	0,20 c	0,25 c
Omissão de Mg	0,35 c	0,44 d	0,40 d
Omissão de S	0,16 ab	0,11 b	0,12 b
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 tra

tamentos 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.

4.3.3 - 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.

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.

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

TRATAMENTOS	PARTES DAS PLANTAS		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	3,44 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 das 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**
Resíduo	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.

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.

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

4.3.4 - Cálcio

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

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*	1,19 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.

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 cation, este deve ser compensado pela maior absorção de outro, o que é reafirmado por OVERSTREET *et alii* (1952).

4.3.5 - Magnésio

Os teores médios de magnésio nas partes das plantas, assim 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.

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 b	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.

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**
Resíduo	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.

Verifica-se nas folhas que houve efeito da omissão do 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.

WOODBIDGE (1955) conclui que o alto teor de magnésio nas 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.

4.3.6 - 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 cálcio provocou elevação no teor daquele elemento. MALAVOLTA (1967)

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).

TRATAMENTOS	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	0,33 bc	0,33 ab
Omissão de S	0,10 a	0,09 a	0,09 a
d.m.s. (Tukey 5%)	0,13	0,23	0,40

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

4.3.7 - Boro

As médias da concentração de boro nas partes das plantas, e o resumo da análise de variância pode ser verificado nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 - Teor de boro (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas).

TRATAMENTOS	PARTES DAS PLANTAS		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	91,2 bc*	24,2 ab	24,0 ab
Omissão de N	71,2 ab	32,0 ab	27,0 ab
Omissão de P	63,7 a	30,2 ab	30,0 b
Omissão de K	90,0 bc	50,7 c	20,5 a
Omissão de Ca	106,2 c	25,7 ab	23,0 ab
Omissão de Mg	101,5 c	37,0 bc	30,0 b
Omissão de S	87,0 abc	20,7 a	22,0 ab
d.m.s. (Tukey 5%)	24,0	14,9	9,35

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

Tabela 13 - Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de boro e cobre nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		BORO			COBRE		
		Folhas	Caules	Raízes	Folhas	Caules	Raízes
Tratamentos	6	58,6190*	402,5357**	630,6190**	150,4762**	132,3690**	74,0714**
Resíduo	21	16,5238	41,8928	108,5714	4,3452	4,5000	3,3333
Total	27						
C.V. (%) =		16,12	20,52	11,94	16,26	24,14	17,63

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

As folhas das plantas deficientes em fósforo apresentaram decréscimo na concentração de boro. No caule o tratamento omissão de potássio proporcionou elevação no teor do micronutriente.

4.3.8 - Cobre

Os valores médios do teor de cobre nas partes das plantas, bem como o resumo da análise de variância, são apresentados nas Tabelas 14 e 13.

Tabela 14 - Teor de cobre (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas).

TRATAMENTOS	PARTES DAS PLANTAS		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	5,0 a*	2,7 a	6,2 a
Omissão de N	10,7 bc	9,0 b	21,5 c
Omissão de P	14,5 cd	9,7 b	12,7 b
Omissão de K	16,7 d	20,2 c	20,2 c
Omissão de Ca	11,0 bc	6,7 ab	12,5 b
Omissão de Mg	8,7 ab	9,2 b	10,5 ab
Omissão de S	5,7 a	3,7 a	6,0 a
d.m.s. (Tukey 5%)	4,20	4,88	4,79

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

O teor de cobre aumentou nas folhas e raízes das plantas deficientes em nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. No caule observa-se o mesmo efeito, exceto para as plantas deficientes em magnésio.

Esta maior concentração de cobre verificada nos tratamentos acima, que apresentaram redução no crescimento das plantas, pode ser explicada por efeito de diluição da concentração de cobre ocorrida nas plantas que receberam o tratamento completo e, conseqüentemente, apresentaram maior produção de matéria seca.

4.3.9 - Ferro

Estão apresentados nas Tabelas 15 e 16 as concentrações médias de ferro nas partes das plantas e o resumo da análise de variância.

As plantas cultivadas nos tratamentos omissão de K e omissão de Ca apresentaram maiores concentrações de ferro nos caules.

LINGLE *et alii* (1963) relatam que a absorção de ferro é consideravelmente influenciada pela competição de cátions como: Mn^{+2} , Cu^{+2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Zn^{+2} e K^{+} .

Tabela 15 - Teor de ferro (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas).

TRATAMENTOS	PARTES DAS PLANTAS		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	238,7 a*	38,5 ab	730,0 a
Omissão de N	283,2 a	56,7 abc	591,0 a
Omissão de P	171,7 a	34,2 a	522,2 a
Omissão de K	189,0 a	77,2 c	444,5 a
Omissão de Ca	283,7 a	79,5 c	619,5 a
Omissão de Mg	286,0 a	60,2 bc	778,0 a
Omissão de S	182,5 a	50,7 ab	524,5 a
d.m.s. (Tukey 5%)	118,40	25,63	465,89

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

Tabela 16 - Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de ferro, manganes e zinco nas folhas, caules e raízes das plantas, nos diferentes tratamentos.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS								
		FERRO			MANGANÊS			ZINCO		
		Folhas	Caules	Raízes	Folhas	Caules	Raízes	Folhas	Caules	Raízes
Tratamentos	6	56.638,1537	1.216,9167**	10.785,4761**	5.781,2857**	4.614,8690*	2.280,7381**	13.373,6547**	5.155,1428**	2.115,3214**
Resíduo	21	41.030,4643	124,1786	2.650,0000	490,9524	186,4048	121,7262	908,0714	120,9167	130,7857
Total	27									
C.V.(%) =		33,68	19,64	22,04	39,37	26,40	17,82	32,45	25,47	25,21

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

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

4.3.10 - Manganês

Os valores médios da concentração de manganês nas partes das plantas e o resumo da análise de variância apresentam-se nas Tabelas 17 e 16.

Tabela 17 - Teor de manganês (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas).

TRATAMENTOS	PARTES DAS PLANTAS		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	35,7 a*	15,2 a	28,5 a
Omissão de N	82,5 cd	56,0 bc	38,0 a
Omissão de P	37,2 a	21,2 a	26,7 a
Omissão de K	69,5 bc	55,5 bc	51,7 ab
Omissão de Ca	100,0 d	110,5 d	96,0 bc
Omissão de Mg	60,2 abc	76,0 c	122,7 c
Omissão de S	48,0 ab	27,5 ab	30,2 a
d.m.s. (Tukey 5%)	25,37	31,40	50,96

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

Os tratamentos com omissão de nitrogênio, potássio e cálcio proporcionaram elevação na concentração de manganês nas folhas e no caule. Neste verifica-se que o tratamento com omissão de magnésio causou o mesmo efeito. Nas raízes este efeito ocorreu so-

mente nos tratamentos omissão de Ca e omissão de Mg. Autores como LÖHNIS (1960) e MASS *et alii* (1969), relataram o efeito competitivo entre o manganês e cátions como o magnésio e o cálcio.

4.3.11 - Zinco

Os resultados médios dos teores de zinco nas partes das plantas, assim como o resumo da análise de variância apresentaram-se nas Tabelas 18 e 16.

Tabela 18 - Teor de zinco (ppm) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (média de 4 plantas).

TRATAMENTOS	PARTES DAS PLANTAS		
	Folhas	Caules	Raízes
Completo	35,2 ab*	13,5 a	39,5 ab
Omissão de N	86,5 d	96,0 c	200,5 d
Omissão de P	33,7 ab	31,5 ab	76,5 abc
Omissão de K	49,0 bc	87,7 c	111,5 c
Omissão de Ca	64,0 cd	47,7 b	93,0 bc
Omissão de Mg	27,0 ab	19,2 a	105,7 bc
Omissão de S	22,0 a	6,5 a	23,2 a
d.m.s. (Tukey 5%)	26,30	25,29	69,31

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

A concentração de zinco se elevou nas folhas das plantas dos tratamentos com omissão de nitrogênio e de cálcio. Estes mesmos tratamentos acrescidos do tratamento com omissão de potássio provocaram maior concentração de zinco no caule. Nas raízes a omissão de nitrogênio e de potássio causaram este aumento.

O efeito depressivo sobre a absorção do zinco, causado pela competição do cálcio e do magnésio, foi observado em plantas de trigo por CHAUDHRY e LONEREGAN (1972).

4.4 - 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
Fe	730,0	38,5	238,7
Mn	28,5	15,2	35,7
Zn	39,5	13,5	35,2

5. 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
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
Fe	730,0	38,5	238,7
Mn	28,5	15,2	35,7
Zn	39,5	13,5	35,2

6. LITERATURA CITADA

- ABANTO, A.M. e A.S. CRUZ, 1972. Alteraciones morfológicas e fisiológicas en tomate (*Lycopersicum esculentum* L.), causadas por deficiências de potassio, magnésio y boro. Turrialba, 22(4): 403-408.
- ALABAUM, H.G., 1952. The metabolism of phospholylated compounds in plants. Annual Review of Plant Physiology. Palo Alto, 3: 35-58.
- ALWAY, F.J.; A.W. MARSH e W.J. METHLEY, 1937. Sufficiency of atmospheric sulphur for maximum corn yields. Proceedings of the Soil Science of America. Madison, 2: 229-238.
- ANDREEVA, T.F.; T.A. AVDEEVA; M.P. VLASOVA; N.T. THYOK e A.A. NICHIPOROVICH, 1971. Effect of nitrogen nutrition on the structure and function of the photosynthetic apparatus in plants. Soviet Plant Physiology. Washington, 18(4): 591-597.

- BRAG, H., 1972. The influence of potassium on the transpiration rate and stomatal opening in *Triticum aestivum* and *Pisum sativum*. Physiology Plantarum. Kobenhavn, 26: 250-257.
- BROYER, T.C. e P.R. STOUT, 1959. The macronutrient elements. Annual Review of Plant Physiology. Palo Alto, 10: 277-300.
- BRÜCHER, H., 1968. Die genetischen Reserven Sudamerikes für die Kulturpflanzen züchtang. Theoretische und Angewandte Genetik. Berlin, 38: 9-22.
- BRÜCHER, H., 1973. Plant genetics and development in tropical zones. Applied Sciences and Development. Tubingen, 2: 85-95.
- CHAUDHRY, F.M. e J.F. LONERAGAN, 1972. Zinc absorption in wheat seedlings: Inhibition by macronutrient ions in short term experiments and its relevance to long term zinc nutrition. Proceedings of the Soil Science Society of America. Madison, 36: 323-327.
- CIBES, H. e G. SAMUELS, 1955. Mineral deficiencie symptoms displayed by coffee trees under controled conditions. Technical Paper. Agricultural Experimental University of Puerto Rico. Rio Piedras, n. 14, 8 p.
- COBRA NETTO, A.; W.R. ACCORSI e E. MALAVOLTA, 1971. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 28: 257-274.
- EVANS, H.J. e R.A. WILDES, 1971. Potassium and its role in enzyme activation. In. COLLOQUIN OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITU-

- TE, 8., Uppsala, 1971. Potassium in biochemistry and physiology. Berne, International Potash Institute, p. 13-39.
- 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). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 29: 223-235.
- FISCHER, R.A. e T.C. HSIÃO, 1968. Stomatal opening in isolated epidermal strips of *Vicia faba*. II. Responses to KCl concentration and the role of potassium absorption. Plant Physiology. Lancaster, 43: 1953-1958.
- FURLANI, A.M.C.; P.R. FURLANI; O.C. BATAGLIA; R. HIROCE e J.R. GALLO, 1978. Composição mineral de diversas hortaliças. Bragantia Campinas, 37: 33-44.
- 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, 103 p. (Tese de Doutorado).
- HAAG, H.P. e P. HOMA, 1968a. Nutrição mineral de hortaliças. III. Deficiência de macronutrientes em beringela. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 25: 149-159.
- HAAG, H.P. e P. HOMA, 1968b. Nutrição mineral de hortaliças. IV. Absorção de nutrientes pela cultura da beringela. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 25: 177-187.

- HAAG, H.P.; P. HOMA e T. KIMOTO, 1968c. Nutrição mineral de hortaliças. VI. Deficiência de macronutrientes em cebola. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 25: 203-212.
- HAAG, H.P.; K. MINAMI; G.D. OLIVEIRA e J.R. SARRUGE, 1978. Nutrição mineral de hortaliças. XXXII. Distúrbios nutricionais em jilô (*Solanum gilo* cultivar Morro Grande Oblongo) cultivado em solução nutritiva. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 35: 327-339.
- HAAG, H.P.; G.D. de OLIVEIRA; K. MINAMI e J.V. de C. ROCHA FILHO, 1979. Nutrição mineral de hortaliças. XXXIII. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes pela cultura do jilô (*Solanum gilo*, cultivar Morro Grande Oblongo). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 36: 77-88.
- HARTT, C.E., 1970. Effect of potassium deficiency upon translocation of ^{14}C in detached blades of sugarcane. Plant Physiology. Lancaster, 45: 183-187.
- HEWITT, E.J., 1951. Role of the mineral elements in plant nutrition. Annual Review of Plant Physiology. Palo Alto, 2: 25-52.
- HOAGLAND, D.R., 1944. Lectures on the inorganic nutrition of plants. 2. ed. Waltham, Mass. Chronica Botanica, 226 p.
- LINGLE, J.C.; L.O. TIFFIN e J.C. BROWN, 1963. Iron uptake-transport of soybeans as influenced by other cations. Plant Physiology. Lancaster, 38: 71-76.
- LÖHNIS, M.P., 1960. Effect of magnesium and calcium supply on the uptake of manganese by various crop plants. Plant and Soil, The Hague, 12: 339-376.

- MALAVOLTA, E.; 1963. Cultura e adubação do cafeeiro. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 277 p.
- MALAVOLTA, E.; P.R.C. CASTRO· V.F. CRUZ e T. YAMADA, 1975. Calcium and its relationship to blossom-end rot in tomato. Communications in Soil Science and Plant Analysis. New York, 6(3): 273-284.
- MALAVOLTA, E., 1977. O potássio e a planta. Boletim Técnico. Instituto da Potassa e Fósforo. Piracicaba, n. 1, 60 p.
- MASS, E.V.; D.P. MOORE e B.J. MASON, 1969. Influence of calcium and magnesium on manganese absorption. Plant Physiology. Lancaster, 44: 796-800.
- MAYNARD, D.N., 1970. The effects of nutrient stress on the growth and composition of spinach. Journal of the American Society of Horticultural Science. Geneva, NY, 95(5): 598-600.
- MENGEL, K. e R. PFLÜGER, 1969. Der einfluss verschiedener salze und verschiedener inhibitoren auf den wurzeldruck von *zea mays*. Physiologia Plantarum. Kobenhavn, 22: 840-849.
- MENGEL, K. e E.A. KIRKBY, 1978. Principles of plant nutrition. Berne, International Potash Institute, 593 p.
- NIGHTINGALE, G.T.; R.M. ADDOMS; W.R. ROBBINS e L.G. SCHERMERHON, 1931. Effect of Ca deficiency on nitrate absorption and metabolism in tomato. Plant Physiology. Lancaster, 6: 605-630.
- OVERSTREET, R.; L. JACOBSON; R. HANDLEY, 1952. The effects of Ca on the absorption of K by barley. Plant Physiology. Lancaster, 27: 583-590.

- PAHLEN, A. von der, 1977. Cubiu (*Solanum tojiro* (Humb. & Bonpl.)), uma fruteira da Amazônia. Acta Amazônica. Manaus, 7(3): 301-307.
- PASHCHENKO, V.N., 1971. Effect of nitrogen and phosphorus nutrition of plants on the reductive function of the photosynthetic apparatus. Soviet Plant Physiology. Washington, 18(4): 586-590.
- PATÍÑO, V.M., 1962. Edible fruits of *Solanum* in South America: historic and geographic references. Botanical Museum Leaflets, Harvard University. Cambridge, Mass., 19(10): 215-234
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental. 5a. ed. São Paulo, Nobel, 430 p.
- POLIZOTTO, K.P.; G.E. WILCOX e C.M. JONES, 1975. Response of growth and mineral composition of potato to nitrate and ammonium nitrogen. Journal of the American Society for Horticultural Science, Geneva, NY, 100(2): 165-168.
- RASCHKE, K., 1975. Estomatal Action. Annual Review of Plant Physiology. Palo Alto, 26: 309-340.
- RICHARDS, E.J. e E. BERNER, 1954. Physiological studies in plant nutrition. XVII. A general survey of the free aminoacids of barley as affected by mineral nutrition with special reference to potassium supply. Annals of Botany. London, 18: 15-33.
- SANTOS, M.A.C.; H.P. HAAG e J.R. SARRUGE, 1972. Nutrição mineral de hortaliças. XVIII. Efeito da omissão dos macronutrientes e de boro no desenvolvimento e na composição química da ervilha. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 29: 63-79.

- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 56 p.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica, Piracicaba, 1: 231-233.
- SCHULTES, R.E. e R. ROMERO-CASTANEDA, 1962. Edible fruits of *Solanum* in Colombia. Botanic Museum Leaflets. Harvard University. Cambridge, Mass., 19(10): 235-286.
- SKOY, Y., 1941. Effect of the form of the available N on the Ca deficiency symptoms in the bean plants. Plant Physiology. Lancaster, 16: 145-147.
- THOMAZ, M.C.; H.P. HAAG; G.D. OLIVEIRA e J.R. SARRUGE, 1975. Nutrição mineral de hortaliças. XXV. Deficiência de macronutrientes e de boro em espinafre (*Tetragonia expansa* Murr.). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 32: 205-230.
- THOMPSON, W.W. e T.E. WEIER, 1962. The fine structure of chloroplasts from mineral-deficient leaves of *Phaseolus vulgaris*. American Journal of Botany. Lancaster, 49: 1047-1055.
- TOMBESI, L.; M.T. CALE e B. TIBORNE, 1969. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the assimilation capacity of *Beta vulgaris* chloroplasts. Plant and Soil. The Hague, 31: 65-76.
- TROUG, E.; R.J. GOATES; G.C. GERLOF e K.C. BERKER, 1947. Magnesium-phosphorus relationship in plant nutrition. Soil Science. New Brunswick, 63: 19-25.

- WALL, M.E., 1939. The role of K in plants. I. Effects of varying amounts of potassium on nitrogenous, carbohydrate, and mineral metabolism in the tomato plant. Soil Science. New Brunswick, 47: 143-161.
- WARD, G.M., 1976. Sulphur deficiency and toxicity symptoms in greenhouse tomatoes and cucumbers. Canadian Journal of Plant Science. Ottawa, 56(1): 133-137.
- WOODBIDGE, C.G., 1955. Magnesium deficiency in apples in British Colombia. Canadian Journal of Agricultural Science. Ottawa, 35: 350-357.