

ESTUDOS SOBRE A ALIMENTAÇÃO MINERAL DO CAFEIEIRO. XXVI.
EFEITOS DE DEFICIÊNCIAS MÚLTIPLAS NO ASPECTO,
CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MINERAL.
(Nota preliminar)¹

H.P. Haag²
J.R. Sarruge²
P.N. Camargo²
E. Malavolta²

RESUMO

Foi estudado o efeito das deficiências de nitrogênio, potássio, boro e zinco, isoladas ou combinadas de diversos modos no cafeeiro cultivado em solução nutritiva.

Além das descrições dos sintomas de deficiência foram feitas análises químicas dos diversos órgãos das plantas; verificou-se também o efeito das deficiências no crescimento.

INTRODUÇÃO

Os sintomas de deficiência mineral nas plantas podem ser definidos como alterações morfológicas que resultam de uma lesão bioquímica provocada pelo baixo nível de um ou mais nutrientes nas células. Do ponto de vista prático constituem um meio de se verificar falta relativa de nutrientes no solo, o que dá indicações para a adubação.

É abundante a literatura sobre deficiências minerais em diversas culturas, inclusive no cafeeiro (veja-se MALAVOLTA et al., 1967). De um modo geral, porém, os estudos se limitam aos efeitos da falta de um elemento de cada vez, condição que não ocorre necessariamente no campo. Seja devido à falta real no solo, seja por causa da maneira pela qual condições de meio afetam igualmente a disponibilidade de mais de um elemento,

- 1 Recebido para publicação em 14/11/69; realizado com ajuda financeira da Fundação Rockefeller, CAPES, CNPq e IBC.
- 2 Cadeira de Química Biológica, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

é válido admitir que muitas vezes ocorrem a um tempo deficiências de mais de um nutriente, ou seja, deficiências múltiplas. Dessa forma poderão ocorrer complicações no quadro sintomatológico, o que dificultará ou impossibilitará o diagnóstico visual. Neste particular são muito poucos os trabalhos existentes na literatura disponível. No caso do caféiro é conhecida a contraindicação de LOPEZ et al. (1964).

Nas condições brasileiras são mais frequentes nas condições de campo as seguintes deficiências minerais no caféiro: nitrogênio, potássio, boro e zinco. O presente trabalho teve a finalidade de se estudar, em condições controladas, os efeitos das deficiências isoladas e combinadas desses quatro nutrientes.

MATERIAL E MÉTODO

1. Crescimento das plantas

Mudas de caféiro da variedade Mundo Novo, previamente cultivadas em laminado, com sete pares de folhas, foram transferidas para vasos contendo quartzo moído aos quais, durante um mês, forneceu-se solução nutritiva completa de HOAGLAND & ARNON (1950) de acordo com a técnica descrita por MALAVOLTA et al. (1963). Findo esse período inicial passou-se a fornecer a mesma solução completa ou com as omissões correspondentes dos tratamentos desejados.

As plantas foram pulverizadas com inseticida clorado para combater "bicho mineiro", cochonilha verde e parda.

O ensaio teve 6 meses de duração.

Os tratamentos usados com duas repetições foram os seguintes: completo, sem Nitrogênio (-N), sem Potássio (-K), sem Boro (-B), sem Zinco (-Zn), -NK, -NB, -NZn, -NKB, -NKZn, -NKBZn, -KB, -KZn.

2. Observações

Os sintomas foram descritos e registrados em fotografias.

3. Análise química

Terminado o ensaio as diversas partes da planta foram separadas, secas, pesadas e moídas.

O nitrogênio foi determinado por semi micro Kjeldahl;

o fósforo foi dosado colorimetricamente pelo método do meta-ванаdato no extrato nítrico perclórico: no mesmo extrato determinou-se o enxofre por gravimetria: o potássio foi dosado por fotometria de chama: os demais elementos, exceto o boro, foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica: o boro foi dosado pelo colorimetria com curcumina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Crescimento

Os dados médios de crescimento, medindo pela altura das plantas, pelo número de folhas e pelo peso da matéria seca no fim do ensaio aparecem no Quadro 1. Tomando-se o peso do material seco como índice mais seguro do crescimento, verifica-se que os tratamentos influenciaram-no de modo a dar a seguinte ordem decrescente:

Completo > -K = -KZn > -B > -Zn > -KB > -NK > -NZn > -NKB > > -NKBZn > -NKZn > -N = -NB

2. Sintomas de deficiência

Tratamento -N

Plantas intensamente cloróticas, com caule fino. Folhas inferiores: ápice seco, marrom; clorose no limbo e nervuras. Folhas superiores: clorose internerval: nervuras mais verdes na base das folhas; ápice seco; necrose marginal unilateral com deformação nos bordos.

Tratamento -NK

Plantas estioladas com ramos somente nos dois nós subterminais. Folhas inferiores: não têm ápice seco: clorose no limbo e nervuras; grandes faixas necróticas marginais que atingem o ápice. Folhas médias: sintomas mais pronunciados que as de base ou de ponta da planta: caem facilmente. Folhas superiores: necrose marginal do ápice para a base: ápice seco com manchas necróticas marginais, confluentes: nervuras verdes, clorose internerval.

Nessas plantas observou-se, pois, a clorose típica devida à falta do nitrogênio e o padrão clássico da deficiência de potássio: um sintoma não mascarou o outro.

Tratamento -NB

Plantas cloróticas com caule fino. Folhas inferiores: res: folhas cloróticas e coriáceas. Folhas superiores: limbo e nervuras amareladas. Paralisação do crescimento da gema prin-

cial: desenvolvimento dos ramos do nó sub-apical que ultrapassa o ápice principal. Fendilhamento longitudinal na base do caule: suberificação nos entrenós correspondentes às folhas mais cloróticas. Pronunciado encurtamento dos entrenós (ver -NKZn e -B).

Nota-se a ausência de sintomas foliares típicos da carência de boro, ao que parece mascarados pela clorose nitrogenada. A deficiência de boro se manifestou de modo independente apenas na paralização do desenvolvimento terminal, no aspecto apical das folhas, no encurtamento dos internódios e nas lesões longitudinais da base do caule. Houve, portanto, dominância quase completa da deficiência de nitrogênio.

QUADRO 1 - Dados médios de crescimento

Tratamento	Altura cm	Número de folhas	Peso material seco g
Completo	53	144	53
- N	32	33	8
- NK	32	31	16
- NKB	34	40	12
- NKZn	33	28	10
- NKZn	33	38	9
- K	57	106	45
- KB	42	-	20
- KZn	56	109	44
- B	48	86	35
- Zn	49	106	25
- NB	31	37	8
- NZn	37	43	15

Tratamento -NZn
Plantas cloróticas. Folhas inferiores: cloróticas, coriáceas, com ápice seco. Folhas superiores: cloróticas com numerosas partes necróticas esparsas da região média para a base. Caule: encurtamento de internódios; entrenós com suberificação e estrangulamento.

Predominaram nas folhas os sintomas de deficiência de nitrogênio não se tendo notado o quadro característico da falta de zinco nas folhas novas como foi descrito por MALAVOLTA et al. (1961) em solução nutritiva.

Tratamento -NKB

Plantas cloróticas com caule fino. Folhas inferior - res: amareladas com ápice seco, coriáceas; folhas medianas: clorose menos acentuada; manchas cloróticas irregulares; folhas superiores: necrose apical encarquilhante que progride pela margem para a base da folha.

Neste tratamento distinguem-se, pois, lado a lado: clorose devido à deficiência nitrogenada, necrose do ápice e margem causada pela falta de potássio; malformação das folhas novas, necrose apical providada pela carência de boro.

Tratamento -NKZn

Plantas cloróticas, caule fino, pouco ramificadas. Folhas inferiores: clorose internerval progredindo até clorose total incluindo nervuras; manchas necróticas marginais transversais em "v" no ápice das nervuras. Folhas medianas: mesmos sintomas. Folhas novas: estreitas, oblíquas assimétricas, com ápice reentrante ou não, com clorose progredindo para a base. Nota-se pois: sintomas de carência de nitrogênio particularmente evidente nas folhas velhas, enquanto nas novas aparece o quadro típico da falta de zinco; compare-se com o tratamento -NZn onde não se registrou sintoma foliar de falta de zinco. Não apareceram, porém, os sintomas de falta de K.

Tratamento -NKZn

Plantas cloróticas com caule fino. Folhas inferior - res: intensamente cloróticas. Clorose progride para as folhas mais novas.

Tratamento -K

Plantas geralmente vigorosas. Folhas da base: ápice seco separado do limbo por faixa amarela; clorose ao longo das nervuras. Caule com rachaduras suberificadas longitudinais.

Compare-se com as descrições dadas nos tratamentos -NK, -NKB.

Tratamento -KZn

Plantas bem desenvolvidas, mas com aspecto de mur-chas. Folhas inferiores: clorose ao longo da nervura principal irradiando-se para as laterais, com manchas necróticas avermelhadas ao lado das nervuras. Folhas medianas e superiores: sintomas menos marcados. Caule: sulcos longitudinais na região perto da base.

No caso presente não se obteve indicação da deficiência de K e nem da carência de Zn. Os sintomas foliares encontrados nada têm em comum com a deficiência desses dois elementos quando considerada isoladamente.

Tratamento -B

Plantas bem desenvolvidas. Fôlhas inferiores: manchas cloróticas confluentes ao longo da nervura mediana. Fôlhas novas: necrose apical progredindo para a base; as fôlhas são péquenas, deformadas, com nervuras salientes; na base do limbo pode aparecer necrose seca, progressiva, encarquilhante, caminhando para o ápice. Descorticação progressiva do caule. Secagem ascendente dos ramos novos. Desenvolvimento de gemas axilares, brotação excessiva, folhinhas já com os sintomas.

Tratamento -Zn

Plantas bem desenvolvidas. Ramos finos, internódios mais curtos. Fôlhas inferiores inclinadas. Fôlhas novas: menores e levemente cloróticas.

Tratamento -KB

Pouca diminuição no crescimento em altura. Ausência total das gemas apicais, ocorrendo super brotação (ver -B). Sintomas típicos de carência de potássio notados nas fôlhas inferiores e medianas (ver -NK, -NKE).

3. Análise química

A composição mineral média das diversas partes das plantas é dada nos Quadros 2 a 5.

Nitrogênio

O Quadro 2 mostra que a deficiência de N afetou de modo praticamente igual o teor do elemento nas diversas partes das plantas correspondentes aos diversos tratamentos.

Potássio

A omissão de potássio da solução nutritiva, conforme se vê no Quadro 3 provocou diminuição no teor do elemento. No que tange aos elementos que foram omitidos juntamente, nota-se que: o teor de potássio nos tecidos deficientes nesse nutriente e em boro e zinco é muito parecido; quando o nitrogênio foi omitido juntamente com o potássio, devido ao efeito daquele no crescimento, deu-se um acúmulo relativo do segundo; de fato, o exame dos dados mostra que há uma mesma ordem de grandeza nos teores de potássio correspondente aos tratamentos -K, -KB e -KZn.

Boro

O Quadro 3 mostra a seguinte situação: sempre que o boro foi omitido da solução nutritiva, juntamente com o nitrogênio, elevou-se o teor de micronutriente nas fôlhas; isto se explica porque houve redução no crescimento o que determinou verdadeira concentração do boro previamente absorvido. Quando, entretanto, o potássio foi omitido juntamente com o boro, não houve grande redução no crescimento e por conseguinte, o teor do micronutriente baixou.

Zinco

O Quadro 5 mostra que a omissão de nitrogênio da solução nutritiva, reduzindo o crescimento, determina uma elevação no teor de zinco do tecido foliar, mesmo quando o elemento foi omitido. A carência de potássio (quando não acompanhada de falta de nitrogênio), nas mesmas condições, tem efeito oposto.



QUADRO 4 - Teor de boro em partes por milhão (ppm) de matéria seca

3º e 4º pares de folhas	P A R T E D A P L A N T A				
	Fólias Novas	Fólias Velhas	Caulo	Galho	Raiz
120	120	210 -B	31	63	61
49	21	22 -NKB	21	31	39
-	221	250 -NKBZn	38	218	70
-	371	344 -NB	59	-	67
-	230	272 -KB	39	109	61
-	27	39	22	-	49

QUADRO 5 - Teor de zinco em partes por milhão (ppm) de matéria seca

3º e 4º pares de folhas	P A R T E D A P L A N T A				
	Fólias Novas	Fólias Velhas	Caulo	Galho	Raiz
16	21	26 -Zn	12	20	26
-	16	15 -NZn	9	5	22
-	19	27 -NKZn	21	-	33
-	25	28 -NKBZn	25	-	33
-	18	32 -KZn	37	-	33
20	15	12	15	9	45

QUADRO 2 - Teor de nitrogênio, em porcentagem de matéria seca

3º e 4º pares de folhas	P A R T E D A P L A N T A				
	Fólias Novas	Fólias Velhas	Caulo	Galho	Raiz
4,0	3,7	Completo 2,5	0,9	1,5	1,7
-	1,6	-N 1,2	0,5	0,7	0,8
-	1,3	-NK 1,1	0,5	0,7	0,9
-	1,4	-NB 1,2	0,6	0,8	1,0
-	1,3	-NZn 1,1	0,6	0,6	1,0
-	1,6	-NKB 1,4	0,5	0,6	1,1
-	1,5	-NKZn 1,4	0,6	0,7	1,1
-	1,4	-NKBZn 1,2	0,6	0,8	1,0

QUADRO 3 - Teor de potássio em porcentagem de matéria seca

3º e 4º pares de folhas	P A R T E D A P L A N T A				
	Fólias Novas	Fólias Velhas	Caulo	Galho	Raiz
3,5	3,8	Completo 3,0	1,2	2,3	2,4
0,6	0,6	-K 0,4	0,6	0,9	0,3
-	2,7	-NK 1,9	0,7	-	1,7
-	2,4	-NKB 2,0	0,9	-	1,7
-	2,6	-NKZn 2,3	0,9	-	1,3
-	2,1	-NKBZn 2,3	0,8	-	1,9
-	1,0	-KB 0,7	-	-	0,9
0,8	0,7	-KZn 0,6	0,7	0,9	0,4

RESUMO E CONCLUSÕES

O efeito das deficiências de nitrogênio, potássio, boro e zinco, isoladas ou combinadas, foi estudado no cafeeiro cultivado na solução nutritiva, com respeito aos seguintes aspectos: crescimento, sintomas visuais, composição mineral.

As seguintes conclusões foram tiradas:

- (1) os sintomas de carência de nitrogênio, potássio, boro e zinco podem ser identificados ainda que ocorram simultaneamente;
- (2) o teor de um dado elemento na folha depende não apenas do fornecimento do mesmo, como também da presença ou ausência de outros;
- (3) os casos de deficiência múltipla devem ser levados em conta na interpretação da análise foliar para fim diagnóstico de estado nutricional.

SUMMARY

Young coffee plants were grown in nutrient solution from which the following elements were omitted, singly or in several combinations: nitrogen, potassium, boron and zinc. The choice of these elements was based on the high frequency of occurrence of their deficiencies under field conditions in Brazil.

The effect of single or multiple deficiencies was studied under several aspects, namely: growth, visual symptoms, mineral composition.

The following conclusions can be drawn:

- (1) symptoms of deficiency of nitrogen, potassium, boron and zinc can be identified even when occurring simultaneously;
- (2) the concentration of nitrogen, potassium, boron and zinc is markedly influenced by their supply in the substrate, as well as by the concentration of other elements in the medium;
- (3) cases of multiple deficiency should be taken into consideration when interpreting results of leaf analysis.

LITERATURA CITADA

- HOAGLAND, D.R. & D.I. ARNON, 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Cir. 347.
- LOPEZ, C.A., J.F. PEREIRA & J.F. CARVAJAL, 1964. Síntomas de deficiências minerais combinadas em plantas de café (Coffea arabica var. typica). Rev. Biol. Trop. 12: 208-223.
- MALAVOLTA, E., H.P. HAAG & C.M. JOHNSON, 1961. Estudos sobre a alimentação mineral do café. VI. Efeitos das deficiências de micronutrientes em *Coffea arabica* L., var. Mundo Novo, cultivado em solução nutritiva. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 18: 147-168.
- _____ & J.R. SARRUGE, 1963. Note on a sand culture technique for growing slash pine (*Pinus elliptica*) Rev. de Agric. 38: 59-61.
- _____, F.A.A. MELLO & M.O.C. BRASIL SQ, 1967. Nutrição Mineral de Algas Culturas Tropicais. Livraria Editora Pioneira e Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS. VIII. Deficiências de Macronutrientes em Cenoura¹H.P. Haag²
P. Homa²

RESUMO

Sementes de cenoura (*Daucus carota* L. var. *Skim Kuroda*) foram semeadas em vasos contendo sílica. Após a germinação as plântulas foram irrigadas com solução nutritiva completa durante 35 dias. Após este período, grupos de plantas foram submetidos aos tratamentos seguintes: solução completa, -N, -P, -K, -Ca, -Mg e -S. Foram constatados e descritos sintomas dos macronutrientes, com exceção do potássio. As plantas foram divididas em parte aérea e raiz, sendo analisadas quantitativamente para N, P, K, Ca, Mg e S. O teor percentual dos macronutrientes, na parte aérea de plantas sadias, em função da matéria seca, foi o seguinte: N%-2,10, P%-0,20, Ca%-2,50, Mg%-0,24, S%-0,43. Foram determinadas, ainda, os teores dos mesmos elementos em plantas com sintomas, cujos índices foram os seguintes: N%-0,79, P%-0,09, Ca%-0,77, Mg%-0,05, S%-0,12.

INTRODUÇÃO

As espécies hortícolas são muito sujeitas às deficiências minerais, principalmente devido ao seu rápido crescimento aliado a um ciclo vegetativo curto e intensa produção. O amadurecimento, ocorre, geralmente desde os 30 (rabanete) até aos 150 dias (beringela) de idade e a qualidade do produto, coletado está mais ligado diretamente com uma nutrição mineral, adequada, do que em espécies de crescimento mais lento.

1 Entregue para publicação em 12/12/1969.

Trabalho subvencionado pelo Conselho Nacional de Pesquisa, Rio de Janeiro. Os autores agradecem ao Dr. M. Dias do Instituto de Genética, Piracicaba, pelo fornecimento das sementes.

2 Cadeira de Química Biológica, E.S.A. "Luiz de Queiroz".

Dada a dificuldade, às vezes, de caracterizar os sintomas é conveniente, sempre que possível, que estes sejam acompanhados de análise química da planta, especialmente das folhas.

São escassos os trabalhos básicos de nutrição mineral da cenoura. Assim, PURVIS et CAROLUS (1964 - pág. 245) descrevem sintomas de deficiências nas principais hortaliças. Análises químicas quantitativas em cenoura encontram-se em PURDY (1939), que apresenta teores de cálcio na parte aérea da planta, considerando que o nível de 0,08% é baixo. Considera, ainda, que plantas bem nutridas apresentam valores em fósforo de 0,20 a 0,26%.

HOWLETT (1961), admite para a parte aérea, um nível adequado de 0,26% de fósforo, expresso em função da matéria fresca. Para o potássio (extraído com HAc a 2%) HILL (1943) citado por CHAPMAN (1966 - pag. 602) considera de 0,05 a 0,32% como teor baixo, sendo que em plantas bem nutridas o teor na parte aérea se eleva até 0,65% de potássio.

O presente trabalho visa:

- 1) obter um quadro sintomatológico das deficiências dos macronutrientes;
- 2) obter dados analíticos de plantas sadias e deficientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de cenoura (*Daucus carota* L. var. *Skin Kuroda*) foram desinfetadas e postas a germinar em vasos, contendo 7 kg de sílica. No início do experimento, após a germinação todos os vasos receberam através de percolação, solução nutritiva completa de HOAGLAND & ARNON (1950), modificada quando ao fornecimento de ferro, que foi fornecido sob a forma de Fe-EDTA.

As plantas atingindo 35 dias de idade, procedeu-se ao desbaste deixando-se 6 plantas por vaso. Na mesma ocasião, grupos de plantas foram submetidos aos seguintes tratamentos: solução completa, -N, -P, -K, -Ca, -Mg e -S. Uma vez evidenciados os sintomas de carência, procedeu-se a coleta das plantas, que foram divididas em parte aérea e raiz. As partes divididas foram pesadas e postas a secar em estufa a 85°C. O material seco, foi novamente pesado e moído em micro moinho Willey, peneira nº 20.

O nitrogênio, foi determinado por micro-Kjeldahl, descrito em MALAVOLTA (1967). No extrato nitro-perclórico do material, foram seguidas as recomendações de LOTT et al (1956), para dosagem do P. No mesmo extrato, seguindo as instruções de PERKIN-ELMER CORP (1966), foram determinados os teores de K, Ca e Mg. O S foi determinado por gravimetria, segundo TOTH et al (1948).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

O peso da matéria fresca, seca e comprimento da parte aérea e raiz em função dos tratamentos, acha-se no Quadro 1.

Observa-se que, somente a omissão de N ou Ca, teve efeito sobre o peso da planta, enquanto que o N afetou o crescimento na altura da planta e no comprimento da raiz.

Os demais tratamentos não apresentam diferenças sensíveis quando confrontados com o tratamento completo. Este fato pode ser explicado, tomando-se em consideração, que as plantas receberam solução nutritiva completa até aos 35 dias de idade, sendo coletadas aos 70 dias.

Segundo dados apresentados por HAAG et HOMA (1969), referentes a um ensaio de "marcha de absorção", mostram que a cenoura cresce pouco até aos 70 dias, cerca de 24% do crescimento total.

Sintomas de Carência

Os sintomas de carência descritos no presente trabalho são bastante concordantes com os descritos por PURVIS et CAROLUS (1964 - pag. 245).

Nitrogênio

Crescimento reduzido. As folhas mais velhas mostram-se amareladas inicialmente, tomando a coloração avermelhada com o progredir da carência.

Fósforo

Os primeiros sintomas surgem nas folhas mais baixas ou velhas que mostram-se escurecidas, de coloração castanho

arroxeados, principalmente os folíolos da base.

O escurecimento caminha até atingir o pecíolo, ocasião em que as folhas amarelecem e caem. As folhas mais novas apresentam os folíolos de cor verde escura, mais intensa, do que os correspondentes de plantas sadias.

Potássio

Além de um leve enrolamento dos folíolos das folhas mais velhas, nenhum outro sintoma foi observado. Possivelmente, as plantas acumularam uma quantidade suficiente do potássio nos primeiros 35 dias de idade, impedindo desta forma o aparecimento dos sintomas de carência deste nutriente nas plantas.

Cálcio

Os primeiros sintomas surgem aos 55 dias de idade e manifestam-se inicialmente nas folhas mais novas, cujo crescimento cessa apresentando-se ainda como que engruvinhadas. O bordo dos folíolos das folhas mais novas tomam a coloração amarelada parda, terminando por se necrosarem. Num estágio mais avançado de carência o processo necrótico atinge os pecíolos, tombando as folhas, em consequência. Com o progredir da falta de cálcio, o fenômeno se repete nas folhas intermediárias.

As folhas mais velhas, que se formarem nos primeiros 35 dias apresentam aspecto normal.

Magnésio

Os primeiros sintomas se manifestam nos folíolos das folhas mais velhas, que se apresentam amareladas nas pontas, continuando verde a região do limbo. Com o progredir da carência o amarelecimento das pontas dos folíolos caminha no sentido do limbo, tomando conta de toda a área do mesmo. Somente o pecíolo apresenta-se com coloração verde. Os folíolos atingidos secam, causando a queda da folha. Com o progredir da carência os sintomas caminham para as folhas intermediárias. As folhas mais novas apresentam-se de aspecto e coloração verde normal.

Enxôfre

Os sintomas da omissão nutriente atingem as folhas mais novas, que tomam a coloração verde-limão. Os folíolos são delicados e finos quando confrontados com os de plantas sadias.

QUADRO 1 - Pêso da matéria fresca e seca em gramas e comprimento em cm dos órgãos em função dos tratamentos - média de 4 repetições

Tratamento	Parte da Planta	Pêso da mat.fresca g	Pêso da mat.seca g	Comprimento cm
-N	aérea	4,9	0,70	23,0
	raiz	2,5	0,39	5,0
	total	7,4	1,09	28,0
-P	aérea	18,7	3,67	42,0
	raiz	35,0	4,82	8,0
	total	53,7	8,49	50,0
-K	aérea	17,4	3,41	39,0
	raiz	36,4	5,25	9,0
	total	53,8	8,66	48,0
-Ca	aérea	12,3	2,28	40,0
	raiz	33,9	4,56	9,0
	total	46,2	6,84	49,0
-Mg	aérea	20,0	3,14	40,0
	raiz	31,5	3,86	9,0
	total	51,5	7,00	49,0
-S	aérea	19,2	3,06	43,0
	raiz	3,71	4,95	9,5
	total	56,3	8,01	52,5
Completo	aérea	16,8	3,72	42,0
	raiz	37,5	5,20	9,0
	total	54,3	8,92	51,0

Os sintomas com o tempo caminham para as folhas intermediárias sem contudo atingirem as folhas mais velhas, que se apresentam com tamanho e coloração normal.

Teores Químicos

Os constituintes minerais expressos em porcentagem na parte aérea e na raiz de plantas sadias e deficientes são apresentadas no Quadro 2.

Observa-se inicialmente que os teores dos macronutrientes são mais elevados nas plantas sadias do que nas deficientes, com exceção daquelas do tratamento -K. A parte aérea apresenta teor mais elevado em N, Ca, Mg e S do que na raiz.

Digno de nota é o teor elevado de Ca na parte aérea mais elevado que o do próprio N, no que não é acompanhado pela raiz. A influência do Ca, no aumento da produção da cenoura foi demonstrado indiretamente por CAMARGO (1963), num ensaio de adubação com calagem.

Iguãmente interessante é o fato de que apesar da omis são dos macronutrientes da solução nutritiva não terem afetado o crescimento da cenoura, reduziram acentuadamente o teor porcentual dos mesmos, quer na parte aérea, quer na raiz.

QUADRO 2 - Porcentagem dos macronutrientes no material seco da parte aérea e raiz em plantas sadias e deficientes - Média de 4 repetições

Elemento	Tratamento	Parte Aérea	Raiz
Nitrogênio	presente	2,10	1,74
	omitido	0,79	0,33
Fósforo	presente	0,20	0,29
	omitido	0,09	0,20
Potássio	presente	2,20	2,30
	omitido	3,60	2,50
Cálcio	presente	2,50	0,45
	omitido	0,77	0,37
Magnésio	presente	0,24	0,13
	omitido	0,05	0,07
Enxofre	presente	0,43	0,15
	omitido	0,12	0,07

CONCLUSÕES

a) Sintomas de deficiência dos macronutrientes com exceção do nitrogênio, cálcio e magnésio são de difícil caracterização.

b) Os macronutrientes apresentam-se na parte aérea percentualmente na seguinte ordem decrescente: cálcio, potássio, nitrogênio, enxofre, magnésio e fósforo.

c) Os valores encontrados nas folhas de plantas sadias e deficientes em porcentagem do elemento na matéria seca são:

Nitrogênio	presente omitido	2,10 0,79
Fósforo	presente omitido	0,20 0,09
Potássio	presente omitido	2,20 3,60
Cálcio	presente omitido	2,50 0,77
Magnésio	presente omitido	0,24 0,05
Enxofre	presente omitido	0,43 0,12

SUMMARY

Carrot seeds (*Daucus carota* L. var. *Shin Kuroda*) were sowed in pots containing quartz. After seeds germination the seedlings were irrigated during 35 days with complete nutrient solution.

Further groups of plants were exposed to the following treatments: complete solution, -N, -P, -Ca, -Mg and -S. Deficiency symptoms were described, with exception for K.

Plants were harvested and divided in leaves and roots. Chemical analysis for the macronutrients were run of the parts. The percentage of the macronutrients in the dry

matter of the leaves of healthy plants were: N-2.10, P-0.20, Ca-2.50, S-0.43. Plants showing deficiency symptoms in the leaves presented the following values: N-0.79, P-0.09, Ca-0.77, Mg-0.05 and S-0.12.

LITERATURA CITADA

- CAMARGO, L. de S., 1963. Instruções para a cultura da cenoura. Instituto Agrônomo de Campinas - Bol. n.º 132.
- CHAPMAN, H. D. (ed), 1966. Diagnostic criteria for Plants and Soils. University of California, Division of Agricultural Sciences. Berkeley, USA.
- HAAG, H.P. & P. HOMA, 1969. Nutrição Mineral de Hortaliças. IX. Absorção de nutrientes pela cultura de cenoura. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" (no prelo).
- HOAGLAND, D.R. & D.I. ARNON, 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Sta. Cir. 347.
- HOWLETT, F. S., 1960. Variation pattern established by foliar analysis of vegetable plants. In "Plant Analysis and fertilizer problems". Reuther, W. (ed) American Inst. Biol. Sci. Washington, USA.
- LOTT, W.L., J.P. GALLO & J.C. MEDCALF, 1956. A técnica de Análise foliar aplicada ao cafeeiro. Instituto Agrônomo de Campinas. Bol. n.º 79.
- MALAVOLTA, E., 1957. Práticas de química orgânica e biológica. Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz" - Piracicaba.
- PERKIN-ELMER (1966) Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry - Perkin-Corp - Connecticut, USA.
- PURDY, A.W., 1939. Effects of controlled calcium supply on correts grown in colloidal clay cultures. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37: 799-802.
- PURVIS, E.R. & E.L. CAROLUS, 1964. In "Hunger Signs In Crops Sprague, H.B. (ed) David McKay - Company, New York, USA.

TOTH, S.J., A. L. PRINCE A. WALLACE & D. S. MIKKEISEN, 1948. Rapid quantitative determination of eight mineral elements in plant tissue by a systematic procedure involving use of a flame photometer Soil Sci. 66: 459-466.