

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS.
XXXVIII. DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM ALFACE
(*Lactuca sativa* L.), cv. BRASIL 48
e CLAUSE'S AURÉLIA *

LINA L.C. GARCIA**
HENRIQUE P. HAAG***
WALTER DIEHL NETO****

RESUMO

Com os objetivos de:

- a) obter o quadro sintomatológico das deficiências de macronutrientes;
- b) relacionar o quadro sintomatológico à composição química das plantas,

-
- * Entregue para publicação em 21/09/1982.
- ** Parte da dissertação apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, pela primeira autora e entregue para publicação em 21/09/1982.
- *** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- **** Departamento de Matemática e Estatística, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

foi conduzido um ensaio em casa de vegetação, cultivando o cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia em solução nutritiva, tendo como substrato sílica finamente moída. Os tratamentos foram: completo, omissão de nitrogênio, omissão de fósforo, omissão de potássio, omissão de cálcio, omissão de magnésio e omissão de enxofre.

Os autores observaram e identificaram as deficiências de nutrientes que se traduziram por sintomas típicos e facilmente identificáveis, com exceção do enxofre. As concentrações de macronutrientes nas folhas para plantas sem sintomas e com sintomas para o cultivar Brasil 48 foram: N% 3,37 a 1,86; P% 0,44 a 0,16; K% 5,54 a 1,32; Ca% 0,97 a 0,20; Mg% 0,35 a 0,05. As concentrações de S% foram iguais a 0,16. Para o cv. Clause's Aurélia, as concentrações nas folhas correspondentes à plantas sem e com deficiências foram: N% 3,02 a 2,68; P% 0,71 a 0,19; K% 7,7 a 1,54; Ca% 1,47 a 0,31; Mg% 0,43 a 0,10 e S% 0,25 a 0,24.

INTRODUÇÃO

A alface é hortaliça de grande importância na alimentação e saúde humana, fonte de minerais e celulose, constituindo-se na mais popular dentre aquelas em que as folhas são consumidas.

Os novos cultivares desenvolvidos, em particular os do grupo Brasil, apresentando resistência a doenças, aliada a produtividade e características aceitas pelo mercado têm favorecido a cultura.

Por outro lado os conhecimentos de nutrição mineral da alface são relativamente escassos, faltando dados sobre a sua demanda nutricional em nossas condições, principalmente em relação aos cultivares utilizados.

Não obstante as adubações maciças que costumam ser realizadas em sua produção, a alface é susceptível ao aparecimento de sintomas de carência e toxidade. O conhecimento dos sintomas de carência de nutrientes é necessário a uma rápida investigação de campo dos problemas que venham a ocorrer e à adoção de providências rápidas como a cultura exige. Um levantamento dos teores de nutrientes encontrados em plantas normais e deficientes serve de base à utilização da análise foliar para diagnóstico de deficiências.

GOODAL et alii (1955) descrevem os sintomas de deficiências de nitrogênio, fósforo e potássio, apresentando-se as plantas deficientes em nitrogênio pequenas e pálidas, com as folhas amareladas; as deficientes em fósforo, menores em tamanho e com coloração amarelada, as deficientes em potássio, com folhas grossas e arredondadas, em alguns casos com forma de coração, ou gancho em estágios mais tardios, com as bordas planas e coloração verde-escura, fosca, com as nervuras pálidas. As plantas deficientes em quaisquer destes nutrientes não formam cabeça.

Relacionando teores de nutrientes nas plantas e sintomas de deficiência temos, além do trabalho já citado de MIDGLEY & DUNKLEE (1946) com boro, o trabalho de HERNANDO & SANCHEZ CONDE (1964) do Instituto de Edafologia e Biologia Vegetal de Madri, Espanha, com alface romana, em que são descritos sintomas de carência de macronutrientes e determinados em plantas normais e deficientes. A deficiência de nitrogênio caracterizou-se pelo amarelamento das folhas velhas, com posterior desenvolvimento de coloração marrom e seca das folhas; a de fósforo, pela coloração rosada da nervura central e verde-escura das folhas, que são mais lisas; a de potássio por comprimento exagerado dos caules, e manchas amarelo-marrons nos bordos das folhas, principiando pelas folhas mais ve-

lhas e terminando com a seca das folhas. Já a deficiência de cálcio se manifestou nos brotos; as folhas mostrando-se muito enrugadas, de coloração verde muito intensa, podendo as extremidades das folhas dos brotos adquirirem coloração marrom-esverdeada quase negra. A deficiência de magnésio se caracterizou por manchas amarelas internervais. As plantas mais sensíveis à falta de umidade foram as carentes em cálcio, seguindo-se as deficientes em potássio.

ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971), na Noruega, apresentaram trabalho extenso com descrição de sintomas de deficiência e toxicidade de macro e micronutrientes, relacionados a teores de nutrientes encontrados na matéria seca. Os sintomas de deficiências, resumidamente, são: **nitrogênio**: amarelecimento da folhagem, palidez e queda das folhas mais velhas, denso sistema radicular; **fósforo**: plantas achatadas e em forma de roseta, podendo as folhas apresentar coloração verde-escura, purpúrea ou vermelho-bronzeada; **potássio**: as folhas são verde-escuras e menos crespas que o normal, podendo tornar-se pecioladas, arredondadas ou em forma de coração, com manchas cloróticas desenvolvendo-se nas extremidades das folhas mais velhas, coalescendo e tornando-se necróticas; **cálcio**: folhas com crescimento aberto em roseta, folhas mais novas mais escuras e mais enrugadas que o normal, apresentando lesões de coloração marrom a cinza irregularmente distribuídas nas margens das folhas mais novas, que acoalescem e levam a folha a morrer da extremidade e margens para dentro; **magnésio**: folhas mais velhas mostram coloração amarelada, que se espalha das margens para dentro, entre as nervuras; **enxofre**: coloração amarelo-esverdeado, folhas menos crespas, mais grossas e rijas que o normal, folhas mais escuras e baças.

PEREZ MELIAN *et alii* (1977), no Internacional Centre for Hydriponics, Espanha, publicaram trabalho sobre a análise foliar como instrumento no diagnóstico de deficiência e toxicidade de macronutrientes. Nesse trabalho descrevem sintomas, determinam teores e concluem pela oportunidade ou não do uso da análise foliars para cada nutriente. Os autores descrevem a deficiência de cálcio

como acarretando um enrugamento e acastanhamento, principalmente nas extremidades das folhas novas, e nas folhas mais velhas, encrespamento e forma de guarda-chuva. Sendo os sintomas para deficiência acentuada visíveis e definidos, e sendo os teores das plantas com deficiência leve semelhantes aos das plantas normais, não recomendam os autores o uso da análise foliar para diagnóstico de deficiência de cálcio. Para nitrogênio e potássio, os autores não obtiveram sintomas visuais, sendo a redução na produção de 15% a 30%, e concluíram que para diagnóstico de deficiências acentuadas, a análise foliar poderia ser acentuada, pois foram encontradas diferenças nos teores de nitrogênio das plantas. Em relação ao fósforo, os sintomas de deficiências foram coloração púrpura, de antocianina, nas folhas, e a análise foliar seria indicada para diagnóstico de deficiência somente em estágios iniciais de crescimento, uma vez que as plantas deficientes não chegaram a produzir.

STRUCKMEYER & TIBBITS (1965), da Universidade de Wisconsin, EUA, descrevem os sintomas de deficiência de cálcio distinguindo-se os dos de deficiência de boro principalmente pelo derramamento de "látex" que ocorre nesta última, ocasionando queimaduras diferentes do "tipburn" clássico. Nas plantas carentes em cálcio, segundo esses autores, desenvolvem-se lesões escuras primeiramente próximas às margens da base das folhas e depois na lâmina inteira, coalescendo e resultando em necrose. Internamente os sintomas descritos são o colapso das células da epiderme e mesófilo entre os feixes vasculares, hipertrofia das células do parênquima lacunoso causando esmagamento das células adjacentes, obstrução de vasos do xilema, permanecendo normais os vasos lactíferos.

O trabalho tem por objetivo:

- a) obter o quadro sintomatológico das deficiências de macronutrientes;
- b) verificar o efeito da omissão e presença de macronutrientes sobre a composição química da alface.

MATERIAIS E MÉTODOS

Mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia, com aproximadamente vinte dias de idade foram transplantadas para vasos com capacidade de 3 kg, contendo silica finamente moída, e irrigada diversas vezes ao dia com solução nutritiva completa (SARRUGE, 1970) durante 25 dias. Após esse período, foram iniciados os tratamentos completo, omissão de N, omissão de P, omissão de K, omissão de Ca, omissão de Mg e omissão de S. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com 4 repetições. As plantas foram irrigadas duas vezes ao dia com as soluções e seu desenvolvimento foi acompanhado e anotados os sintomas à medida que se manifestaram. Uma vez evidenciados os sintomas, as plantas foram coletadas, separadas em folhas novas, velhas e caule. O material coletado foi lavado, seco a 75°C e analisado para N, P, K, Ca, Mg e S, segundo a metodologia descrita em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomatologia das deficiências

Os sintomas foram, na maioria dos casos, semelhantes para os dois cultivares e são descritos de maneira geral, destacando-se apenas os casos em que houve diferenças. As datas de aparecimento de sintomas referem-se ao cultivar Brasil 48.

Tratamento completo

As plantas que receberam solução nutritiva completa desenvolveram-se mais que as submetidas a tratamento com omissão de nutrientes, com exceção daquelas submetidas à omissão de enxofre.

Apresentaram coloração verde intensa (L - 6º - 9)* nas folhas velhas e verde ligeiramente mais clara nas folhas mais novas (L - 8º - 10) no cultivar Brasil e L - 10º - 10 no Clause's Aurélia).

O sistema radicular apresentou coloração branca acinzentada e aspecto sadio.

Tratamento com omissão de nitrogênio

Nove dias após o início dos tratamentos foram observados menor desenvolvimento e ligeira diferença na coloração. Em torno do décimo sexto dia as diferenças mostraram-se acentuadas, apresentando-se a coloração geral das plantas verde mais clara (L-8º-11 a L-6º-13) e as folhas mais velhas acentuadamente pálidas (YL-6º-17). O desenvolvimento estacionou e ocorreu intensa queda de folhas.

As plantas deficientes em nitrogênio não apresentaram murchamento nas horas quentes do dia, como aconteceu com as submetidas a outros tratamentos, sendo suas folhas mais rijas do que as das plantas que receberam tratamento com solução nutritiva completa.

As plantas foram coletadas aproximadamente um mês após o início dos tratamentos, e o sistema radicular apresentou-se bem desenvolvido, proporcionalmente mais desenvolvido que o das plantas sob outros tratamentos, e de coloração mais clara (branca), enquanto o das plantas sob tratamento com solução completa mostrara-se branco acinzentado.

* VILLALOBOS-DOMINGUES e VILLALOBIS, 1974. Atlas de los colores. El Ateneo-Buenos Aires.

O sistema de classificação e de anotação é o seguinte:

- a) a letra ou letras indicam a cor e seu matiz;
- b) o número ou números dão o valor de luminosidade;
- c) o grau expressa a tonalidade do matiz.

Essas observações estão em concordância com as de GOODALL *et alii* (1955), de ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971), e com os sintomas iniciais descritos por HERNAN-DO & SANCHEZ CONDE (1964).

Tratamento com omissão de fósforo

Cerca de nove dias após iniciados os tratamentos, as plantas cultivadas em solução nutritiva com omissão de fósforo apresentavam o desenvolvimento severamente afetado, o que coincide com as observações de GOODALL *et alii* (1955), e as folhas mais rijas e eretas que as das plantas sob tratamento completo.

Após 15 dias de tratamento, as plantas deficientes em fósforo não apresentavam murchamento nas horas quentes do dia, diferentemente do ocorrido com plantas submetidas a outros tratamentos, e após os vinte dias constatou-se diferença na coloração das folhas mais velhas, que tornou-se verde mais clara (L-7°-10) que a das plantas sob tratamento completo no cultivar Brasil 48 e verde mais escuro (L-7°-7) no Clause's Aurélia.

Aos 25 dias de tratamento aproximadamente as plantas mostraram-se achatadas, o que deve corresponder à "forma de roseta" descrita por ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971) e, como estas e as observadas por GOODALL *et alii* (1955), não formaram cabeça, mantendo-se as folhas pequenas, rijas, abertas e eretas. As folhas mais velhas apresentaram-se lisas, semelhante ao observado por HERNAN-DO & SANCHEZ CONDE (1964) e amareladas (L-7°-10) como nas observadas por GOODALL *et alii* (1955).

Colhidas após 31 dias de tratamento, mostraram o sistema radicular relativamente bem desenvolvido, em relação à parte aérea, e de coloração mais escura, acinzentadas.

Tratamento com omissão de potássio

Os primeiros sintomas decorrentes da deficiência de

potássio foram notados em torno do décimo segundo dia após o início dos tratamentos, e consistiram em menor consistência das folhas, e maior murchamento nas horas quentes do dia.

A partir do décimo sexto dia manifestou-se alteração na coloração, que se tornou verde mais clara, principalmente no "miolo" das plantas (L-10º-11) para Brasil 48 e L-9º-13 para Clause's Aurélia. Os bordos das folhas intermediárias e mesmo das mais novas, em alguns casos, recurvaram-se, tornando-se amarelados e depois necrosados e as folhas, deformadas. O murchamento continuou e a queda das folhas mais velhas tornou-se intensa.

As plantas foram colhidas no vigésimo oitavo dia após o início dos tratamentos, e as folhas mais velhas apresentaram amarelecimento (L-9º-13) do ápice, com posterior necrose, de modo semelhante ao descrito por RORDA VAN EYSINGA et alii (1971). Os bordos laterais das folhas também apresentavam necrose.

O sistema radicular mostrou-se escurecido, com morte de radículas.

Os sintomas em geral foram diversos dos descritos por outros autores, não se encontrando as folhas em forma de "coração", ou "gancho", descritas por GOODALL et alii (1955), sendo também diverso o efeito da deficiência de potássio na coloração das plantas em relação às observações de outros autores.

Tratamento com omissão de cálcio

Os sintomas de deficiência de cálcio tornaram-se definidos entre seis e doze dias após o início dos tratamentos, mostrando-se as folhas mais novas do cultivar Brasil 48 enrugadas e com pontuações escuras (marrons) bem pequenas, com diâmetro aproximado de 1 mm. Essas pontuações localizavam-se principalmente na parte basal das folhas, próximas às margens. No cultivar Clause's Aurélia as folhas mais novas mostraram-se enrugadas e

com áreas escurecidas (coloração 0Y - 6º - 7) entre as nervuras.

Após cerca de 16 dias de tratamento as folhas mais novas mostraram-se enrugadas, com pontuações ou manchas escuras e recurvadas, como por menor desenvolvimento do ápice e das margens das folhas em relação ao restante da lâmina foliar. Este desenvolvimento anormal deu às folhas um aspecto semelhante ao de uma colher.

Manifestou-se também um enrolamento dos bordos das folhas mais novas e, em algumas plantas, também das mais velhas, com amarelecimento e necrose dos bordos, semelhante ao descrito por alguns autores (ROORDA VAN EYSINGA et alii, 1971).

A coloração das folhas mais velhas das plantas deficientes mostrou-se verde mais escura (Y-6º-6) no cultivar Clause's Aurélia e a das folhas mais novas, mais clara (Y-10º-11).

As raízes mostraram-se de coloração marrom e, no caso do cultivar Brasil 48, necrosadas.

Tratamento com omissão de magnésio

As plantas submetidas a tratamento com omissão de magnésio foram as mais tardias a apresentar sintomas de deficiência.

Em torno do décimo sexto dia após o início dos tratamentos, pode-se observar desenvolvimento ligeiramente inferior ao das plantas sob tratamento completo, coloração geral mais clara e intenso murchamento nas horas quentes do dia.

Do vigésimo dia em diante foi observado amarelecimento dos bordos das folhas mais velhas e queda de folhas, e somente do trigésimo dia após o início dos tratamentos em diante foi observado o sintoma característico de clorose internerval, semelhante ao descrito por HER-

NANDO & SANCHEZ CONDE (1964) e por ROORDA VAN EYSINGA et alii (1971).

As folhas mais velhas apresentaram coloração verde normal (semelhante às das plantas submetidas a tratamento completo) próximo às nervuras e coloração verde clara (LLY-6º-15) entre as nervuras.

As raízes apresentaram-se escurecidas e, no cultivar Brasil 48, com partes necrosadas.

Tratamento com omissão de enxofre

Não foram constatados sintomas de deficiência.

Concentração dos nutrientes

Tratamento com omissão de nitrogênio

Os teores de nitrogênio das plantas constam da Tabela 1.

Os teores das plantas sob tratamento completo situaram-se na faixa dos valores observados pela maioria dos autores, como LORENZ & MINGES (1942), HAMILTON & BERNIER (1955), SLATER & GOODALL (1957), ZINK & YAMAGUCHI (1962). Os teores das plantas com deficiência foram semelhantes aos obtidos por ADAMS et alii (1978) e ROORDA VAN EYSINGA et alii (1971), e inferiores aos constatados por PEREZ MELIAN et alii (1977), assinalando-se todavia que estes referem-se a plantas que não apresentavam sintomas visuais de deficiência, não obstante mostrasse decréscimo na produção.

Os teores nas folhas e caules do cultivar Brasil 48, e nos caules do cultivar Clause's Aurélia, foram significativamente diferentes para as plantas cultivadas em solução nutritiva completa e solução com omissão de nitrogênio. Não se encontraram diferenças significativas, nas folhas velhas do cultivar Brasil 48, bem como nas

folhas novas e folhas velhas do cultivar Clause's Aurélia, não obstante tenham-se manifestado sintomas de deficiência de nitrogênio nas plantas submetidas a tratamento com omissão desse elemento.

Tratamento com omissão de fósforo

Para os dois cultivares foram significativas as diferenças observadas no teor de fósforo das plantas cultivadas em solução nutritiva completa e com omissão de fósforo, como se pode ver pelos dados da Tabela 2.

Os níveis encontrados nas plantas com deficiência foram semelhantes aos observados por GRANT LIPP & GOODALL (1958) e por ROORDA VAN EYSINGA et alii (1971). Situar-se abaixo do nível crítico (0,2% de fósforo) definido por ZINK & YAMAGUCHI (1962) e foram semelhantes aos obtidos em plantas deficientes por HERNANDO & SANCHEZ CONDE (1964) e por PEREZ MELIAN et alii (1977).

As plantas do cultivar Brasil 48 submetidas a tratamento com solução nutritiva completa apresentaram teores semelhantes aos observados em plantas sadias por GRANT LIPP & GOODALL (1958) e por ROORDA VAN EYSINGA et alii (1971). Já o cultivar Clause's Aurélia apresentou nas plantas normais teores mais elevados, superiores aos da maioria dos autores, próximos ao mais alto teor encontrado por PANDITA & ANDREW (1967) e inferiores apenas aos observados por SANCHEZ CONDE (1980).

Tratamento com omissão de potássio

Os teores de potássio encontrados na matéria seca de plantas de alface do ensaio conduzido em casa de vegetação e sob tratamento com solução nutritiva completa foram, para o cultivar Brasil 48, ligeiramente inferiores aos observados no campo e, para o cultivar Clause's Aurélia, semelhante.

Tabela 1 - Teores percentuais de nitrogênio na matéria seca de plantas de alface, cultivadas em solução nutritiva completa (+) e com omissão de nitrogênio (-). Médias de 4 amostras.

Cultivar	Folhas novas		Folhas velhas		Caules	
	+N	-N	+N	-N	+N	-N
Brasil 48	3,37	1,86	0,98	1,03	2,00	0,82
C. Aurélia	3,02	2,68	1,27	0,98	1,61	0,67
F.A. Tratamentos			Brasil 48		Clause's Aurélia	
B. Partes da planta			60,63**		7,96	
A x B			72,92**		38,11**	
			17,62**		n.s.	
DMS (1%) A. Tratamentos			0,3261		0,53	
(Tukey) B. Partes da planta			0,46		0,75	
A x B			0,78		1,27	
DMS (5%) A. Tratamentos					0,39	
B. Partes da planta					0,58	
A x B					1,02	

Tabela 2 - Teores percentuais de fósforo na matéria seca de plantas de alfaca, cultivadas em solução nutritiva completa (+) e com omissão de fósforo (-). Médias de 4 amostras.

Cultivar	Folhas novas		Folhas velhas		Caulas	
	+P	-P	+P	-P	+P	-P
Brasil 48	0,44	0,16	0,12	0,09	0,34	0,10
C. Aurélia	0,71	0,19	0,32	0,14	0,91	0,17
F. A. Tratamentos			Brasil 48		Clause's Aurélia	
B. Partes da planta			374,23**		127,01**	
A x B			142,86**		19,11**	
			64,63**		14,74**	
DMS (1%) A. Tratamentos			0,027		0,12	
B. Partes da planta			0,038		0,17	
A x B			0,065		0,29	
DMS (5%) A. Tratamentos					0,0890	
B. Partes da planta					0,1319	
A x B					0,2326	

Os teores estiveram, em ambos os ensaios, situados na faixa observada pela maioria dos autores, como LORENZ & MINGES (1942), LAMBETH (1953), HAeward *et alii* (1955), HAMILTON & BERNIER (1958), ZINK & YAMAGUCHI (1962), HERNANDO & SANCHEZ CONDE (1964), FERNANDES *et alii* (1971), PEREZ MELIAN *et alii* (1971), ADAMS *et alii* (1978), SANCHEZ CONDE & AZUARA (1980).

Os teores encontrados nas plantas com deficiência foram inferiores aos das plantas sob tratamento completo e as diferenças foram significativas. Os teores de potássio das plantas com deficiência foram semelhantes aos obtidos por ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971) e PEREZ MELIAN *et alii* (1971), e inferiores aos observados por HERNANDO & SANCHEZ CONDE (1964). Os teores encontram-se na Tabela 3.

Tratamento com omissão de cálcio

Os teores de cálcio das plantas submetidas a tratamento com solução nutritiva completa foram semelhantes aos observados por LORENZ & MINGES (1942), HARWARD *et alii* (1955), ZINK & YAMAGUCHI (1962), FERNANDES *et alii* (1971), ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971), PEREZ MALIAN *et alii* (1977), SANCHEZ CONDE (1980) e SANCHEZ CONDE & AZUARA (1980) e superiores aos encontrados por BEAR *et alii* (1949) e CAROLUS (1975).

Os teores de cálcio das plantas submetidas a tratamento com omissão de cálcio foram significativamente inferiores aos das plantas sob tratamento completo, e semelhantes aos encontrados em plantas com deficiência por VLAMIS (1949) e ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971), e inferiores aos determinados por HERNANDO & SANCHEZ CONDE (1964) e por PEREZ MELIAN *et alii* (1977). Estes últimos autores consideraram que análises foliares não poderiam ser usadas para determinar deficiência leve de cálcio, pois os teores encontrados foram semelhantes aos das plantas normais, havendo diferença apenas na produtividade. No caso de deficiência acentuada os sintomas visíveis tornaram desnecessária a análise foliar.

Tabela 3 - Teores percentuais de potássio na matéria seca de plantas de alface cultivadas em solução nutritiva completa (+) e com omissão de potássio (-). $\bar{M}\bar{e}$ dias de 4 amostras.

Cultivar	Folhas novas		Folhas velhas		Caule	
	+K	-K	+K	-K	+K	-K
Brasil 48	5,54	1,32	6,02	2,17	2,53	0,67
C. Aurélia	7,77	1,54	6,34	3,23	6,13	1,10
F. A. Tratamentos			Brasil 40		Clause's Aurélia	
B. Partes da planta			468,52**		317,76**	
Z x B			95,09**		7,63**	
			22,89**		11,41**	
DMS (1%)	A. Tratamentos		0,44		0,77	
(Tukey)	B. Partes da planta		0,62		1,09	
	A x B		1,05		1,84	

Os teores de cálcio das plantas normais e com deficiência encontram-se na Tabela 4.

Tratamento com omissão de magnésio

Os teores de magnésio encontrados nas plantas normais, submetidas a tratamento completo, foram semelhantes aos observados por BEAR *et alii* (1949), em levantamento realizado nos EUA, ligeiramente superiores aos observados por FERNANDES *et alii* (1971) e por SANCHEZ CONDE & AZUARA (1980) e estiveram na faixa observada por ZINK & YAMAGUCHI (1962) e pela maioria dos autores.

Os teores das plantas com deficiência foram significativamente inferiores aos encontrados nas plantas normais, e inferiores aos observados em plantas com deficiência por HERNANDO & SANCHEZ CONDE (1964) e por ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971).

Os dados referentes à concentração de magnésio nas plantas encontram-se na Tabela 5.

Tratamento com omissão de enxofre

Não foram encontradas diferenças significativas entre os teores de enxofre das plantas submetidas a tratamento com solução completa e os das plantas submetidas a tratamento com omissão de enxofre, como se pode observar através da Tabela 6.

Os teores de enxofre encontrados foram inferiores aos determinados por FERNANDES *et alii* (1971) para plantas normais. A concentração de enxofre no cultivar Clause's Aurélia foi semelhante à encontrada por PEREZ MELIAN *et alii* (1977) em plantas normais e esteve entre os teores considerados como pertencentes a plantas com deficiência por ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971). A concentração no cultivar Brasil 48 foi semelhante à observada em plantas com deficiência por PEREZ MELIAN *et alii* (1977) e por ROORDA VAN EYSINGA *et alii* (1971).

Tabela 4 - Teores percentuais de cálcio na matéria seca de plantas de alface, cultivadas em solução nutritiva completa (+) e com omissão de cálcio (-). Médias de 4 amostras.

Cultivar	Folhas novas		Folhas velhas		Caule	
	+Ca	-Ca	+Ca	-Ca	+Ca	-Ca
Brasil 48	0,97	0,20	1,94	1,19	0,36	0,09
C. Aurélia	1,47	0,31	2,59	1,37	0,59	0,09
F. A. Tratamentos	Brasil 48					
B. Partes da planta	84,44**					
A x B	154,06**					
	6,38**					
	Clause's Aurélia					
	209,19**					
	211,54**					
	12,40**					
DMS (1%)	A. Tratamentos		0,19		0,19	
(Tukey)	B. Partes da planta		0,27		0,27	
	A x B		0,44		0,45	

Tabela 5 - Teores de magnésio na matéria seca de plantas de alfafa, cultivadas em solução nutritiva completa e com omissão de magnésio (%). Médias de 4 amostras.

Cultivar	Folhas novas		Folhas velhas		Caudes	
	+Mg	-Mg	+Mg	-Mg	+Mg	-Mg
Brasil 48	0,35	0,05	0,46	0,13	0,11	0,04
C. Aurélia	0,43	0,10	0,50	0,26	0,32	0,08
F. A. Tratamentos	Brasil 48					
B. Partes da planta	83,13**					
A x B	26,48**					
	10,61**					
	Clause's Aurélia					
	227,93**					
	32,32**					
	n.s.					
DMS (1%)	A. Tratamentos					
(Tukey)	B. Partes da planta					
	A x B					
	0,07					
	0,10					
	0,17					
	0,05					
	0,07					
	0,12					

Tabela 6 - Teores de enxofre na matéria seca de plantas de alface, cultivadas em solução nutritiva completa e com omissão de enxofre (%). Médias de 4 anos tras.

Cultivar	Folhas novas		Folhas velhas		Caulos	
	+S	-S	+S	-S	+S	-S
Brasil 48	0,16	0,16	0,08	0,09	0,10	0,09
C. Aurélia	0,24	0,25	0,15	0,12	0,14	0,09
F. A. Tratamentos	Brasil 48					
B. Partes da planta	n.s.					
A x B	6,84*					
	0,11					
DMS (1%)	Clause's Aurélia					
(Tukey)	n.s.					
A. Tratamentos	0,05					
B. Partes da planta	0,07					
A x B	0,12					
	0,09					
DMS (5%)	0,07					
(Tukey)	0,11					
A. Tratamentos	0,07					
B. Partes da planta	0,11					
A x B	0,23					
	0,23					

CONCLUSÕES

As deficiências de nutrientes nos cultivares de alface se traduziram por sintomas típicos e facilmente identificáveis, com exceção do enxofre, para o qual não foram obtidos sintomas de carência.

As concentrações de nutrientes nas folhas (excluídas as folhas velhas) de alface provenientes de plantas normais do cultivar Brasil 48 foram diferentes dos teores encontrados nas plantas normais e com deficiência: de nitrogênio: 3,37% e 1,86%; de fósforo: 0,44% e 0,16%; de potássio: 5,54% e 1,32%; de cálcio: 97% e 0,20%; de magnésio: 0,35% e 0,05%. O teor de enxofre foi: 0,16, não se constatando deficiência.

As concentrações de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas de alface provenientes de plantas normais do cultivar Clause's Aurélia foram diferentes dos teores encontrados nas plantas com deficiência: de fósforo: 0,71% e 0,19%; de potássio: 7,7% e 1,54%; de cálcio: 1,47% e 0,31%; de magnésio: 0,43% e 0,10%. Os teores de enxofre foram 0,24% e 0,25%, não se constatando sintomas de deficiência.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLE CROPS. XXXVIII.
SYMPTOMS OF MACRONUTRIENT DEFICIENCIES IN TWO
VARIETIES OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.): BRASIL
48 AND CLAUSE'S AURELIA.

This research was carried out in order to study the symptomological chart of macronutrient deficiencies and verify the analytical level of the macronutrients in lettuce plants under mineral deficiency conditions. Lettuce seedlings were cultivated and irrigated with nutrient solutions in the greenhouse. The treatments were: complete solution and solutions lacking N or P, K, Ca, Mg and

S. Whenever the plants showed evidency and clear deficiency symptoms, they were harvested and analysed for the respective elements. The nutrient deficiencies were observed and easily identified, except for S. The macro-nutrient concentrations in the leaves of cv. Brasil 48 were: Normal plants: N (3.37%), P (0.44%), K (5.54%), Ca (0.97%), Mg (0.35%), and S (0.16%); Undernourished plants: N (1.86%), P (0.16%), K (1.32%), Cu (0.20%), Mg (0.05%), and S (1.16%). The concentration of the macro-nutrients in the leaves of cv. Clause's Aurélia were: Normal plants: N (3.02%), P (0.71%), K (7.70%); Cu (1.47%), Mg (0.43%), and S (0.24%); Undernourished plants: N (2.68%), P (0.19%), K (1.54%), Mg (0.10%), and S (0.24%).

LITERATURA CITADA

- ADAMS, P.; CHAVES C.J.; WINDSOR. G.W., 1978. Some responses of lettuce, grown in beds of peat, to nitrogen, potassium and molybdenum. *Journal Hort.Science* 53: 275-281.
- BEAR, F.E.; TOTH S.J.; PRINCE A.L., 1949. Variation in mineral composition of vegetables. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 13: 380-384.
- CAROLUS, R., 1975. Calcium relationships in vegetable nutrition and quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 6: 285-298.
- ESTHER STRUCKMEYER, B.; TIBBITS T.W., 1965. Anatomy of lettuce leaves grown with a complete nutrient supply and without calcium or boron. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 87: 321.
- FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, G.D. de; HAAG, H.P., 1971. Nutrição mineral de hortaliças. XIV. Absorção de macro-nutrientes pela cultura da alface. *O Solo* 53: 7-10.

- GARDNER, B.R.; PEW W.D., 1979. Comparison of various nitrogen sources for fertilization of winter-grown head lettuce. *Jour. Am. Soc. Hort. Sci.* 103: 534-536.
- GOODALL, D.W.; GRANT LIPP A.E.; SLATER, W.G., 1955. Nutrient interactions and deficiency diagnosis in the lettuce. I. Nutrition interaction and growth. *Australian Journal Biological Sciences* 8: 301-329.
- GRANT LIPP, A.E.; GOODALL, A.E., 1958. Nutrient interactions and deficiency diagnosis in the lettuce. IV. Phosphorus content and response to phosphorus. *Australian Journal Biological Sciences* 11: 30-44.
- HAMILTON, H.A.; BERNIER, R., 1955. N.P.K. fertilizer effects on yield, composition and residues of lettuce, carrot and onion grown on an organic soil in Quebec. *Canadian Journal Plant Science* 55: 453-461.
- HARWARD, M.E.; JACKSON, W.A.; LOTT, W.L.; MASON, O.D. 1955. Effects of Al, Fe e Mn upon growth and composition of lettuce. *Proc. Am. Soc. Hort. Sic.* 66: 261-266.
- HERNANDO, V; SANCHEZ CONDE, M.P., 1964. Estudio de deficiencias minerales en el cultivo de lechuga romana. *Anales Edafologia y Agrobiologia* 23: 769-776.
- LAMBERTH, V.N., 1953. Variable potassium and magnesium saturation on growth and mineral composition of Bibb lettuce. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 62: 357-362.
- LORENZ, O.A.; MINGES, P.A., 1942. Nutrient absorption by a summer crop of lettuce in Salinas Valley, California. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 40: 523-527.
- MIDGLEY, A.R.; DUNKLEE, D.E., 1946. Boron deficiency of lettuce *Better crops with Plant Food* 30: 17-20.
- PANDITA, M.L.; ANDREW, W.T., 1967. A correlation between phosphorus content of leaf tissue and days to maturity in tomato and lettuce. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 91: 544-549.

- PÉREZ MELIAN, G.; ESGALONA, A.L.; STEINER, A.A., 1977. Leaf analysis as a diagnosis of nutritional deficiency or excess in the soilless culture of lettuce. *Plant and Soil* **48**: 259-267.
- ROORDA VAN EYSINGA, J.P.N.L.; SMILDE, K.W., 1971. **Nutritional disorders in glasshouse lettuce**. Centre for agricultural publishing and documentation, Wageningen, Holanda, 56p.
- SANCHES CONDE, M.P., 1980. Evaluation de los efectos del medio nutritivo com bajo contenido en calcio sobre la planta de lechuga. *Anales Edafologia y Agrobiologia* **39**: 975-988.
- SANCHES CONDE, M.P.; AZUARA, P., 1980. Distribucion de nutrientes en plantas de lechuga sometidas a diferentes concentraciones de magnésio. *Anlaes Edafologia y Agrobiologia* **39**: 999-1008.
- SARRUGE, J.R., 1970. **Práticas de nutrição e adubação das plantas cultivadas** (mimeogr.), Depto. de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, São Paulo.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. **Análises químicas em plantas**, Depto. de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, São Paulo.
- SLATER, W.G.; GOODALL D.W., 1957. Nutriente interactions and deficiency Diagnosis in the lettuce. III. Nitrogen contend and response to nitrogen. *Australian Journal Biological Sciences* **10**: 253-278.
- VLAMIS J., 1949. Growth of lettuce and barley as influenced by degree of calcion saturation of soil. *Soil Science* **67**: 453-466.
- ZINK, F.W.; YAMAGUCHI M., 1962. Studies on the Growth rate and nutrient absorption of head lettuce. *Hilgardia* **32**: 471-500.