DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM PLANTAS DE BERTALHA (*Basella alba*, L.)

ELBA LUCY DE FREITAS DONALD

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 Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
1983

A meus pais,
aos meus irmãos,
aos que me ajudaram a estudar,

DEDICO.

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)

Ao colega Gedi Jorge Sfredo.

Ao colega Heroldo Weber.

Aos funcionários do Setor de Nutrição Mineral
de Plantas do Departamento de Química da
Escola Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", Universidade de São Paulo.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
a Nível Superior (CAPES), Brasília, D.F.

ÍNDICE

Página

RESUMO	
SUMMARY	
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. Sintomas de Deficiência	17
4.1.1. Omissão de nitrogênio	17
4.1.2. Omissão de fósforo	18
4.1.3. Omissão de potássio	19
4.1.4. Omissão de cálcio	20
4.1.5. Omissão de magnésio	20
4.1.6. Omissão de enxôfre	21
4.2. Crescimento	22
4.3. Concentração de nutrientes	24
4.3.1. Nitrogênio	24
4.3.2. Fósforo	27
4.3.3. Potássio	29
4.3.4. Cálcio	31
4.3.5. Magnésio	34
4.3.6. Enxôfre	36
5. CONCLUSÕES	39
6. LITERATURA CITADA	41

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 - Peso da matéria seca (g) das partes das plantas em função dos vários trabalhos (Média de 4 plantas).	23
Tabela 2 - Resumo da análise de variância do peso da matéria seca (g) das folhas e caules das plantas, nos diferentes tratamentos.	24
Tabela 3 - Teor de nitrogênio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).	25
Tabela 4 - Resumo da análise de variância da concentração de nitrogênio nas folhas e caules das plantas, nos diferentes tratamentos	26
Tabela 5 - Teor de fósforo (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).	28
Tabela 6 - Resumo da análise de variância da concentração de fósforo nas folhas e caules das plantas, nos diferentes tratamentos.	29

Tabela 7 - Teor de potássio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).....	30
Tabela 8 - Resumo da análise de variância da concentração (%) de potássio, nas folhas e caules das plantas, nos diferentes tratamentos.....	31
Tabela 9 - Teor de cálcio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).....	32
Tabela 10- Resumo da análise de variância da concentração de cálcio nas folhas e caules das plantas, nos diferentes tratamentos.....	33
Tabela 11- Teor de magnésio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).	34
Tabela 12- Resumo da análise de variância da concentração de magnésio nas folhas e caules das plantas nos diferentes tratamentos.....	35
Tabela 13- Teor de enxôfre (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).....	36

Tabela 14 - Resumo da análise de variância da concentração de enxôfre nas folhas e caules, nos diferentes tratamentos.....	37
--	----

DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM PLANTAS DE BERTALHA

(Basella alba, L.)

Candidata: Elba Lucy de Freitas Donald

Orientador: Prof. Dr. José Renato Sarruge

RESUMO

Plantas de bertalha (*Basella alba*, L.)

INPA-1, 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 macronutrientes nas folhas e caules das plantas cultivadas nos diversos tratamentos.

Os sintomas visuais de deficiência foram identificados e descritos. As plantas foram coletadas e separadas em raiz, caule, folhas e determinaram-se os teores dos

macronutrientes neste material.

Os resultados obtidos mostram:

- Os sintomas visuais de deficiência são bem definidos e de fácil caracterização para todos os nutrientes.
- Só foi possível detectar efeito na produção de matéria seca das folhas e caules para omissão de nitrogênio e para omissão de potássio nos caules.
- Os níveis de deficiência e adequação obtidos nas folhas foram respectivamente: N% = 1,25 e 2,63; P% = 0,17 e 0,36; K% = 0,46 e 3,55; Ca% = 0,62 e 1,78; Mg% = 0,37 e 0,80; S% = 0,19 e 0,23.
- Os níveis de deficiência e adequação obtidos nos caules foram respectivamente: N% = 0,67 e 0,98; P% = 0,13 e 0,31; K% = 0,73 e 2,67; Ca% = 0,11 e 0,64%; Mg% = 0,08 e 0,20; S% = 0,15 e 0,20.

MINERAL DEFICIENCIES IN *Basella alba* L. CULTIVATED
IN NUTRIENT SOLUTIONS

Candidate: Elba Lucy de Freitas Donald
Adviser: Prof. Dr. José Renato Sarruge

SUMMARY

Basella alba is used as a major food on the Amazon region, north Brazil for its high mineral and vitamins content.

The purpose of the present work was:

- 1) to obtain a clear picture of the macronutrients deficiencies;
- 2) the growth of the plants in function of (1);
- 3) analytical level found in the leaves.

Young *Basella alba* plants (bertalha in portuguese) were cultivated in pots containing fine pure quartz and irrigated by percolation with different nutrient solutions lacking one of the element at the time.

Clear cut symptoms were obtained for all the macronutrients.

Only the omission of nitrogen and potassium affected the dry matter production of plants. The range expressed in dry matter for unhealthy and healthy leaves were:
N% = 1.25-3.55; P% = 0.17-0.36; K% = 0.46-3.55; Ca% = 0.62-1.78;
Mg% = 0.37-0.80; S% = 0.19-0.13.

1. INTRODUÇÃO

Sendo a olericultura pouco desenvolvida na Amazônia, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, através de seu Programa de Melhoramento de Hortaliças está realizando estudos com diferentes espécies hortícolas para detectar material promissor para a região.

Dentre as espécies já introduzidas, estão os espinafres tropicais que demonstram possuir uma boa adaptabilidade às condições da região, com baixa exigência nutricional e com resistência a pragas e doenças.

A bertalha (*Basella alba* L.) da família das *Basellaceae* é uma hortaliça folhosa, já conhecida na região Amazônica e tem vários aspectos importantes quanto ao seu potencial produtivo, sendo de fácil cultivo e de ci-

clo vegetativo curto, sua produção é contínua durante o ano todo; tem alto poder de regeneração após o corte; de grande valor nutritivo, e resiste às doenças comuns da região.

Sendo a bertalha uma hortaliça de folhas saborosas, e de alto valor nutricional, ela tem pouca expressão por parte da população brasileira, em vista da mesma ainda não ter sido difundida. Ela é encontrada em alguns Estados do Sul do Brasil, onde é conhecida por couve manteiga ou espinafre da Índia. É consumida de maneira semelhante ao espinafre europeu (*Spinacea oleracea* L.) e se iguala em sabor ao carirú (*Portulacaceae*).

Em vista de não haver trabalhos de nutrição mineral da bertalha foi proposto o presente, visando os seguintes objetivos:

- a) Obter os sintomas de deficiência dos macronutrientes.
- b) Analisar o crescimento das plantas através da produção de matéria seca.
- c) Determinar a concentração dos macronutrientes nas folhas e caules das plantas cultivadas nos diversos tratamentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Apesar desta hortaliça ter uma grande importância nutricional a literatura consultada não apresenta nenhum trabalho relacionado com a nutrição mineral da bortalha (*Basella alba* L.), serão citadas somente informações gerais desta cultura encontradas na bibliografia, e alguns trabalhos relacionados com a nutrição mineral do espinafre europeu (*Spinacea oleracea*. L) e do espinafre Nova Zelândia (*Tetragoma expansa*, Murr).

Segundo PAIVA (1979) a bortalha é originária do Sudeste da Ásia encontrada em diversos países do Trópico Úmido, na Guiana Francesa. Introduzida no Brasil, há alguns anos, especialmente no Sul, e mais recentemente na Amazônia.

A bortalha é de hábito perene, emoliente, de

caule suculento e muito ramificado, atingindo dois metros de comprimento, folhas glabras, alternadas, ovais ou cordiformes, agudas ou acuminadas, onduladas, carnosas, verdes, flores hermafroditas, de coloração branca e vermelhas ou esverdeada, inserida diretamente em espiga de 7-15 cm; frutos ovais, lobulados, com aproximadamente 8 mm de diâmetro; sementes arredondadas com tegumento fibroso (CORREA, 1931).

De acordo com CORREA (1931), praticamente distinguem-se duas variedades: branca e vermelha, de conformidade com a cor das flores ou dos frutos e até mesmo do caule; cientificamente não há motivo para tal distinção. Em certas regiões é utilizada como planta ornamental por se tratar de uma trepadeira que serve para sombreamento.

GRÜBBEN (1975) relatou que as análises do laboratório Agricultural Chemistry, Wageningen, mostraram os seguintes resultados:

Matéria seca = 7,1%

Ácido oxálico solúvel = 4,40 g/100 g de matéria seca.

Ácido oxálico insolúvel = 4,10 g/100 g de matéria seca.

Sabe-se que todos os espinafres apresentam teores consideráveis de ácido oxálico, o que limita o seu

consumo a quantidades menores que 500 g/pessoa/dia. Como no regime alimentar do amazônide a quantidade de matéria fresca geralmente nunca ultrapassa 200 g/dia, não haverá problema no consumo desta hortaliça (PAIVA, 1979).

Está *Baselaceae* desenvolve-se em solos pobres, porém quando adubada com lixo orgânico e uma adubação de cobertura com 10 g de uréia por planta tem-se uma produção satisfatória (PAIVA, 1979).

Propaga-se por sementes ou estacas, sendo que na região Amazônica a propagação por estacas é mais utilizada, pois inicia a produção mais cedo, sendo, entretanto, mais viável, a propagação por sementes, pois permite uma melhor seleção das plantas e conseqüentemente maior produção de acordo com PAIVA (1979).

Devido à falta de informações sobre a cultura da bertalha, serão focalizados trabalhos relacionados com a nutrição mineral do espinafre europeu já que o mesmo é bastante cultivado.

O espinafre destaca-se entre as hortaliças pelo seu valor nutritivo tendo alto conteúdo em vitaminas, proteínas, sais minerais e ácido oxálico.

WINTTER (1946) estudando aspectos da nutrição mineral relacionadas com o valor nutritivo do espinafre Nova Zelândia (*Tetragonia expansa*, Murr.) cultivado sob condições de casa de vegetação, observou o efeito marcante do nitrogênio, aplicado na dose de 40 e.mg como nitrato de amônio, na qualidade da hortaliça e na produção. A aplicação de nitrogênio diminuiu consideravelmente o teor de vitamina C das folhas. Esses resultados foram comprovados por STREL'NIKOVA (1968) para espinafre europeu (*Spinacia oleracea*. L) em trabalho sobre o efeito de diferentes combinações de doses de nitrogênio, fósforo e potássio como fertilizantes, na produção e qualidade dessa hortaliça. Segundo CORRÊA (1931), KNOTT (1950), THOMPSON e KELLY (1957) e VILLAR (1962), as duas espécies de espinafre comportam-se de modo semelhante quanto ao desenvolvimento, composição química e produção, em resposta à aplicação de nutrientes.

REUF (1970), estudando a influência de doses e formas de nitrogênio sobre o teor de vitaminas em espinafre em condições de campo, chegou a conclusões semelhantes a de WITTER (1946) e STREL'NIKOVA (1968). Foram usadas doses de 100 a 200 kg/ha de nitrogênio como sulfato de amônio e como nitrato de cálcio e foi observado que a dosagem mais alta independente da forma, reduziu a concentração de ácido ascórbico das folhas; por outro lado, afetou positivamente

vamente o teor de tiamina, riboflavina e caroteno. O aumento da concentração de vitamina A nas folhas, ocasionado pelo nitrogênio foi confirmado por STREL'NIKOVA (1968).

GREIG *et alii* (1968) estudou em ensaio em condições de campo o efeito de níveis de nitrogênio, ferro e zinco, sobre a produção, teor de nutrientes e síntese de clorofila em espinafre. Doses crescentes (45, 90 e 135 kg/ha de nitrato de amônio deram resultado positivo no aumento de produção, teor de clorofila, e concentração de cálcio, magnésio e potássio. O efeito dos micronutrientes não foi significativo. Segundo os autores, o valor nutritivo do espinafre poderia ser aumentado pelo uso de alto nível do nitrogênio em seu cultivo.

MAYNARD (1970) e EL-BEHEIDI e EL MANSI (1974) chegaram a mesma conclusão em trabalhos sobre a influência do nitrogênio na composição química e na produção do espinafre.

De maneira geral, culturas de hortaliças requerem grandes quantidades de nitrogênio para a máxima produção, entretanto, essa exigência pode resultar em acúmulo de nitrato nas partes comestíveis, com possibilidade de risco para saúde (PHILLIPS, 1968). Várias pesquisas têm sido fei-

tas para o espinafre, pois se trata de uma hortaliça rica em nitrato, para tentar elucidar um possível aspecto negativo de seu consumo, decorrente do acúmulo desse composto.

BARKER *et alii* (1971) trabalhando com plantas cultivadas em solução nutritiva estudaram os fatores nutricionais que afetam o acúmulo de nitrato em espinafre. Entre os macronutrientes testados (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio), somente o nitrogênio aplicado em diferentes níveis e nas formas de nitrato de potássio e nitrato de cálcio teve influência sobre o acúmulo de nitrato nas folhas. Folhas maduras acumularam maiores quantidades que as mais novas em função do aumento da concentração de nitrogênio em solução nutritiva. O período de exposição das plantas e altos níveis deste íon, foi considerado pelos autores como outro fator responsável pelo acúmulo de nitrato.

BARKER *et alii* (1971) usaram 3 fontes de nitrogênio (nitrato de potássio, nitrato de amônio e uréia), os autores observaram que o nitrato se acumulou em maior teor nas folhas adubadas antes do plantio, independente da planta usada. Quando se aplicou fertilizante durante o desenvolvimento, o maior acúmulo foi ocasionado pelo uso de nitrato de potássio.

Nitrato tendem a se acumular nos pecíolos, folhas, raízes e partes reprodutivas da planta, em ordem decrescente (MAYNARD e BARKER, 1972).

Estudando as concentrações críticas de nitrato para o desenvolvimento de algumas hortaliças; MAYNARD *et alii* (1971) encontraram para folhas mais pecíolos de espinafre, nível crítico de nitrato aproximado de 0,4% do peso do material seco, já GERALDSON *et alii* (1973) consideram como níveis deficientes, intermediários e suficientes e os teores respectivos de 0,4%, 0,6% e 0,8% de nitrato na matéria seca.

Dosagens consideradas tóxicas para o homem segundo MAYNARD e BARKER (1974), estariam em cerca de 0,7 g a 1,0 g de nitrato, sendo necessário a ingestão de 900 g a 1000 g de espinafre fresco, rico em nitrato, de uma só vez, para atingir esse valor. Como a hortaliça é consumida, em geral, após cozimento ou em conserva, e nessas formas perde 70% a 75% das características do produto fresco, a probabilidade de toxidez por acúmulo de nitrato entre adultos, de acordo com os autores, é bastante remota (PHILLIPS, 1968; HATTA e OGATA (1969) e LEE *et alii*, 1971).

INDEN *et alii* (1958) em pesquisa sobre a ne-

cessidade de potássio por culturas diversas, verificaram que o desenvolvimento do espinafre foi severamente retardado pela deficiência do nutriente.

HOHLT e MAYNARD (1966) estudaram efeitos de magnésio associado com o teor de nutrientes e desenvolvimento do espinafre, em concentrações abaixo de 0,17% do peso de matéria seca, folhas maduras apresentaram clorose entre as nervuras e com o progredir da deficiência, apareceram áreas necróticas. Um aumento na concentração do nutriente foi acompanhado pelo decréscimo no teor de potássio e cálcio.

Segundo BOTTRILL *et alii* (1970), deficiências de potássio, fósforo, manganês e cobre ocasionaram decréscimo na atividade fotossintética de folhas de espinafre. A falta de potássio, por outro lado, aumentou a intensidade de respiração nas plantas.

WITTWER (1946), FAIRBANKS e MITCHELL (1938), SPEIRS (1939) e SCHMIDT (1947) constataram que altos teores de ácido oxálico encontrados em folhas de espinafre Nova Zelândia poderiam acarretar problemas na disponibilidade de cálcio nos tecidos de planta. WITTWER (1946) encontrou que as concentrações de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e ácido oxálico, oscilaram nos diversos tratamentos sob ní-

veis crescentes de nitrogênio e cálcio nas formas de nitrato e acetato, respectivamente, os níveis mais altos de nitrogênio (20 e 40 e.mg) afetaram a produção de matéria seca, ocasionando decréscimo no teor do ácido oxálico e de fósforo na parte aérea das plantas; níveis crescentes de cálcio, ao contrário elevaram a concentração desses dois compostos; o teor de magnésio não foi afetado pelos níveis de nitrogênio e de cálcio.

EHRENDORFER (1961, 1964, 1966, 1967 e 1969) confirmou esses resultados com espinafre europeu, e notou também que a concentração de ácido oxálico na matéria seca foi influenciada negativamente por teores crescentes de fósforo e mais acentuadamente pelo potássio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Química, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba (S.P.), latitude Sul $22^{\circ}41'31''$; longitude Oeste $47^{\circ}38'01''$, sendo iniciado em 12/11/80.

Foram utilizadas sementes de bertalha (*Basella alba* L.) da cultivar INPA 1 de origem do Município de Lábrea, no Estado do Amazonas procedentes do Setor de Hortaliças do Departamento de Agronomia, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus (Am).

Procedeu-se a semeadura em bandejas contendo vermiculita, sendo que a germinação ocorreu após 10 dias.

Com a altura aproximada de 10 cm, trinta dias

depois de semeadas, as mudas foram transplantadas em número de quatro, para vasos de barro, com dimensões aproximadas de 28 cm de diâmetro e 30 cm de altura, estes revestidos internamente com tinta betuminosa impermeabilizante, Neutrol 45^(*). Os vasos continham aproximadamente cerca de 10 litros de quartzo moído e lavado.

As plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva completa, citada em SARRUGE (1975), diluída na proporção de 1:2 e renovada a cada 7 dias, até que as mesmas apresentaram aspecto uniforme e uma altura aproximada de 25 cm; cinquenta dias após o transplante efetuou-se o desbaste deixando-se uma planta em cada vaso. Quando as plantas atingiram aproximadamente 35 cm de altura, sessenta dias após o transplante, passou-se bastante água pelo interior dos recipientes, visando remover os nutrientes retidos no quartzo; em seguida, iniciaram-se os tratamentos em número de sete com quatro repetições, em delineamento experimental inteiramente casualizado.

Os tratamentos obedeceram o seguinte esquema:

(*) O. Baumgart Indústria e Comércio - SP.

<u>Tratamento</u>	<u>Soluções Nutritivas</u>
Completo:	Solução nutritiva completa
-N:	com omissão de nitrogênio
-P:	com omissão de fósforo
-K:	com omissão de potássio
-Ca:	com omissão de cálcio
-Mg:	com omissão de magnésio
-S:	com omissão de enxofre.

As soluções nutritivas utilizadas foram formuladas de acordo com SARRUGE (1975).

Composição química das soluções nutritivas (ml/l)

(SARRUGE, 1975)

Soluções estoque		Tratamentos						
		Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
KH ₂ PO ₄	M	1	1	-	-	1	1	1
KNO ₃	M	5	-	5	-	5	3	3
Ca(NO ₃) ₂	M	5	-	5	5	-	4	4
MgSO ₄	M	2	2	2	2	2	-	-
KCl	M	-	5	1	-	-	2	2
CaCl ₂	M	-	5	-	-	-	1	1
NH ₄ H ₂ PO ₄	M	-	-	-	1	-	-	-
NH ₄ NO ₃	M	-	-	-	2	5	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	M	-	-	-	-	-	2	-
Mg(NO ₃) ₂	M	-	-	-	-	-	-	2
Micronutrientes*		1	1	1	1	1	1	1
Fe-EDTA**		1	1	1	1	1	1	1

* A solução de micronutrientes tem a seguinte composição(g/l):
 H₃BO₃, 2,86; MnCl₂·4H₂O, 1,81; ZnCl₂, 0,10; CuCl₂, 0,04;
 H₂MoO₄·H₂O, 0,02.

**Dissolver 26,1 g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH N, misturar com 24,9 g de FeSO₄·7H₂O. Arejar por uma noite e completar a um litro.

As plantas eram irrigadas duas vezes ao dia, sendo as soluções nutritivas renovadas a cada 5 dias. A drenagem das soluções ocorria através de orifícios no fundo de cada recipiente ligados com tubos plásticos dos frascos coletores com capacidade de um litro.

A evolução dos sintomas de deficiência dos ma cronutrientes foram descritos quando tornaram-se bastante de finidos, procedendo-se a coleta das plantas.

O material colhido foi lavado, separado em raízes, caules 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 moíno tipo Wiley, peneira de malha nº 20. Determinou-se os teores dos macronutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre, de acordo com os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Sintomas de Deficiência

4.1.1. Omissão de Nitrogênio

A deficiência de nitrogênio foi verificada logo aos 14 dias após o início do tratamento com omissão deste nutriente.

Os sintomas evoluíram a partir de menor crescimento das plantas. As folhas mais velhas mostravam - se com cor verde pálida entre as nervuras e no ápice; folhas novas recurvavam-se para baixo, com o progredir da deficiência notou-se um amarelecimento das bordas tomando todo o limbo foliar. As folhas ficaram fracamente presas ao caule. O amarelecimento das folhas são causadas pelo colapso e distúr-

bios gerais no desenvolvimento dos cloroplastos (THOMPSON e WEIR, 1962).

Sintomas parecidos foram descritos por HAAG e HOMA (1968) em beringela e por FERNANDES e HAAG (1972) em pimentão.

THOMAZ *et alii* (1975) em espinafre, encontraram sintomas semelhantes, com o início se verificando aos 11 dias após omissão de nitrogênio.

4.1.2. Omissão de Fósforo

Os sintomas de deficiência de fósforo ocorreram aos 15 dias após ter sido omitido o nutriente da solução nutritiva.

Folhas pequenas, mostravam coloração verde escuro e pouco brilho. Com a progressão do sintoma houve manchas necróticas nos ápices das folhas inferiores.

HAAG e HOMA (1968a) e THOMAZ *et alii* (1975), encontraram em beringela e espinafre, sintomas semelhantes. Outros pesquisadores observaram sintomas de deficiência do nutriente em diferentes espécies, entre as quais, alface, milho, citrus, cubiu e concordam em muitos aspectos (BINGHAM,

1966; GAUCH, 1972; MALAVOLTA, 1980 e WEBER, 1981).

4.1.3. Omissão de Potássio

As plantas cultivadas com omissão deste nutriente apresentaram sintomas de deficiência 18 dias depois de iniciado o tratamento.

As folhas inferiores, que no início eram de coloração verde escuro, apresentavam manchas cloróticas, espalhadas pelo limbo que tinha aspecto ondulado e recurvado.

Com a intensificação da deficiência, apareceram algumas manchas de coloração bronzeada, que passam a necróticas nas margens e ápices destas folhas.

A omissão deste nutriente pouco afetou o desenvolvimento da planta.

Estes sintomas de deficiência apresentam características semelhantes aos descritos por ABANTO e CRUZ (1972) em folhas inferiores de tomateiro, e por FERNANDES e HAAG (1972) em pimentão.

4.1.4. Omissão de Cálcio

Os sintomas de deficiência de cálcio apareceram 24 dias após a omissão deste elemento na solução nutritiva. As folhas novas mostraram-se pouco desenvolvidas, apresentando tonalidade verde clara no centro do limbo, acompanhado a nervura principal.

Com o progredir dos sintomas as folhas tornaram-se amareladas e se desprendiam.

De acordo com NIGHTINGLE *et alii* (1931), plantas deficientes em cálcio são incapazes de utilizar bem o nitrato.

O aspecto final da planta era de murchamento, o que está de acordo com MALAVOLTA *et alii* (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

Os sintomas observados, 31 dias após o início do tratamento, foram de amarelecimento do limbo entre as ner

vuras das folhas mais velhas. Com a progressão da deficiência, a clorose evoluiu da base para o ápice e do centro para as margens, tornando o limbo foliar de coloração amarelada.

Os sintomas obtidos se aproximam dos descritos por FERNANDES e HAAG (1972) para o pimentão e WEBER e SARRUGE (1981) para o cubiu.

4.1.6. Omissão de Enxôfre

Após 35 dias da omissão do S da solução nutritiva, as plantas nela cultivadas, evidenciaram uma leve clorose nas folhas mais novas, na porção central do limbo, enquanto as bordas eram de cor verde escuro.

Em estágio mais avançado, as folhas mais velhas, tornaram-se cloróticas e recurvavam-se para baixo.

Esse amarelecimento das folhas velhas pode ser devido à translocação de parte do enxôfre. Mobilidade intermediária do elemento foi constatado em plantas de feijão por BIDDULPH *et alii* (1956) e BUKOVAC e WITTER (1957) e em cana de açúcar por HUMBERT e MARTIN (1955) e HAAG (1965). Em tomateiro NIGHTINGALE *et alii* (1932) citam, como sintomas de deficiência, uma clorose nas folhas velhas e depois das novas.

4.2. Crescimento

Os pesos da matéria seca e as análises de variância destes resultados para folhas e caules da bertalha estão nas Tabelas 1 e 2.

A omissão de nitrogênio causou redução na produção de matéria seca, tanto nas folhas como nos caules, sendo também a primeira a manifestar os sintomas de deficiência.

O nitrogênio é um constituinte de aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, coenzimas, sendo portanto um nutriente cuja ausência causa graves alterações no metabolismo das plantas.

Sua importância no funcionamento e estrutura dos mecanismos fotossintéticos é citada por ANDREEVA *et alii* (1971).

Conforme THOMPSON e WEIR (1962), plantas deficientes em nitrogênio apresentam colapso e distúrbios no desenvolvimento dos cloroplastos.

O tratamento com omissão de potássio causou diminuição no peso da matéria seca somente nos caules.

Para EVANS e WILDES (1971) mais de sessenta enzimas diferentes requerem um cátion monovalente para sua ativação sendo na maioria das vezes o K^+ envolvido na síntese de proteínas e amidos.

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

Tratamentos	Partes das plantas	
	Folhas	Caules
Completo	8,88a	11,79a
Omissão de N	3,30b	2,39b
Omissão de P	10,43a	10,70a
Omissão de K	9,74a	3,90b
Omissão de Ca	8,02a	9,83a
Omissão de Mg	10,79a	11,70a
Omissão de S	9,18a	9,06a
d.m.s. (Tukey 5%)	3,98	4,11

* 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 e caules das plantas, nos diferentes tratamentos

Causas da variância	GL	Quadrados Médios	
		Matéria Seca	
		Folhas	Caules
Tratamentos	6	25,5253**	57,6590**
Resíduo	21	2,9966	3,2051
Total	27		
C.V. %		20,07	21,11

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

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 encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

A ausência de enxofre, cálcio, magnésio e potássio provocaram aumentos nas concentrações do nitrogênio, tanto nas folhas como nos caules.

Nos caules a omissão de fósforo causou aumento

na concentração de nitrogênio.

MAYNARD (1970) encontrou teores médios de 3,0% de nitrogênio para folhas maduras de espinafre europeu, cultivar outono e de 3,4% para cultivar de primavera cultivadas em solução nutritiva completa, valores estes bem próximos aos deste trabalho.

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

Tratamentos	Partes das plantas	
	Folhas	Caules
Completo	2,63d	0,98c
Omissão de N	1,25e	0,67c
Omissão de P	2,46d	1,30b
Omissão de K	3,50c	1,51b
Omissão de Ca	4,41ab	1,88a
Omissão de Mg	3,70bc	1,38b
Omissão de S	4,66a	1,97a
d.m.s. (Tukey 5%)	0,76	0,31

* 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 nas folhas e caules das plantas, nos diferentes tratamentos.

Causas da variância	GL	Quadrados Médios	
		Matéria Seca	
		Folhas	Caules
Tratamentos	6	5,73607**	0,86438**
Resíduo	21	0,10952	0,01921
Total	27		
C.V. %		10,23	9,98

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

Concentrações médias de nitrogênio entre 4% e 6% encontradas por GERALDSON *et alii* (1973) em folhas de espinafre estão acima daquelas obtidas neste trabalho.

CIBES e SAMUELS (1955) e HAAG (1958) observaram que a omissão de potássio elevou o teor de nitrogênio em folhas de caféiro. WALL (1939), RICHARDS e BERNER (1954) relataram que plantas desenvolvidas sob deficiência de potássio apresentaram teor elevado de aminoácidos livres em seus tecidos.

Sintomas de deficiência de nitrogênio, somente foram detectados nos tratamentos com omissão de nitrogênio

e talvez cálcio, mostrando que os teores encontrados, acima de 2,46% de nitrogênio, podem ser considerados suficientes para o bom desenvolvimento da bortalha.

4.3.2. Fósforo

As concentrações médias de fósforo nas folhas e caules e o resumo da análise de variância destes dados estão nas Tabelas 5 e 6.

O teor de fósforo diminuiu na ausência do mesmo, tanto nas folhas como nos caules.

Houve aumento no teor de fósforo, nas folhas, nos tratamentos com omissão de cálcio e potássio.

No caule, além do cálcio e potássio, também a omissão de nitrogênio ocasionou aumento no teor de fósforo.

TROUG *et alii* (1947), trabalhando com ervilha verificaram que houve um aumento na concentração de fósforo à medida que aumentavam os níveis de magnésio.

MAYNARD (1970), em espinafre europeu, encontrou alta concentração de fósforo em folhas de plantas culti

vadas sob omissão de nitrogênio. Resultado semelhante foi obtido por HAAG (1965) com cana-de-açúcar.

COBRA NETTO *et alii* (1971) obteve altas concentrações de fósforo, em plantas de feijão, quando estas foram cultivadas na ausência de nitrogênio.

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

Tratamentos	Partes das Plantas	
	Folhas	Caules
Completo	0,36bc	0,31c
Omissão de N	0,63ab	0,49a
Omissão de P	0,17d	0,13d
Omissão de K	0,71a	0,45ab
Omissão de Ca	0,74a	0,56a
Omissão de Mg	0,55ab	0,34bc
Omissão de S	0,61ab	0,42abc
d.m.s. (Tukey 5%)	0,07	0,14

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

Tabela 6 - Resumo da análise de variância da concentração de fósforo nas folhas e caules das plantas nos diferentes tratamentos

Causas da variação	GL	Quadrados Médios	
		Matéria Seca	
		Folhas	Caules
Tratamentos	6	0,16614**	0,08049**
Resíduo	21	0,01458	0,00401
	27		
C.V. %		22,21	16,28

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

4.3.3. Potássio

Os resultados das concentrações de potássio, nas folhas e caules encontram-se nas Tabelas 7 e 8.

A omissão de potássio na solução provocou diminuição na concentração do elemento, nas folhas e caules. Houve aumento no teor de potássio nos caules, quando se omitiu nitrogênio, enxôfre e cálcio na solução.

MAYNARD (1970) verificou que a carência de nitrogênio e cálcio em solução nutritiva causava uma elevação no teor de potássio nas folhas velhas de plantas de espinafre.

A elevação do teor de potássio nos caules das plantas em condições de omissão de cálcio, se deve provavelmente, ao efeito antagônico, entre esses elementos na absorção.

Tabela 7 - Teor de potássio (%) na matéria seca das partes das plantas, em função dos vários tratamentos

Tratamentos	Partes das Plantas	
	Folhas	Caules
Completo	3,55a	2,67c
Omissão de N	4,70a	5,12a
Omissão de P	3,17a	2,83c
Omissão de K	0,46b	0,73d
Omissão de Ca	4,51a	4,01b
Omissão de Mg	3,71a	2,79c
Omissão de S	4,95a	5,28a
d.m.s. (Tukey 5%)	1,94	0,72

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

Tabela 8 - Resumo da análise de variância da concentração (%) de potássio, nas folhas e caules das plantas nos diferentes tratamentos

Causas da variação	GL	Quadrados Médios	
		Matéria Seca	
		Folhas	Caules
Tratamentos	6	9,29615**	10.145,60**
Resíduo	21	0,71283	0,10034
Total	27		
C.V. %		23,56	9,45

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

4.3.4. Cálcio

As concentrações médias de cálcio, nas folhas e caules, com a respectiva análise de variância, encontram-se nas Tabelas 9 e 10.

A concentração de cálcio nas folhas foi menor quando omitiu-se este nutriente ou o nitrogênio na solução. Nos caules, só houve redução no teor de cálcio quando se omitiu este nutriente.

Observa-se que a omissão do potássio teve

efeito elevando a concentração do cálcio nos tecidos do caule.

Teores de cálcio relatados por GERALDSON (1973) como adequados para o bom desenvolvimento foliar do espinafre 0,60% são aproximados aos obtidos por ZINK (1965) estando abaixo do teor encontrado em plantas sadias neste trabalho.

Tabela 9 - Teor de cálcio (%) na matéria seca das partes das plantas em função dos vários tratamentos

Tratamentos	Partes das plantas	
	Folhas	Caules
Completo	1,78b	0,64b
Omissão de N	0,88cd	0,63b
Omissão de P	1,51bc	0,74b
Omissão de K	1,90b	1,40a
Omissão de Ca	0,62d	0,11c
Omissão de Mg	1,76b	0,88b
Omissão de S	3,00a	1,78a
d.m.s. (Tukey 5%)	0,76	0,40

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

Tabela 10 - Resumo da análise de variância da concentração de cálcio nas folhas e caules das plantas, nos diferentes tratamentos

Causas da variação	GL	Quadrados Médios	
		Matéria Seca	
		Folhas	Caules
Tratamentos	6	2,37363**	1,21638**
Resíduo	21	0,11090	0,03124
Total	27		
C.V. %		20,33	19,95

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

4.3.5. Magnésio

As Tabelas 11 e 12 mostram os resultados das concentrações de magnésio em função de diferentes tratamentos.

A omissão de magnésio ocasionou decréscimo no teor deste nutriente nos caules e folhas. A omissão de cálcio e enxôfre provocaram elevação no teor de magnésio das folhas e caules provavelmente por efeito de antagonismo, na caso do cálcio, que exerce absorção do magnésio.

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.

MAJEWSKA (1969) notou acentuado antagonismo entre Mg e K, Mg e Ca e ainda entre K e Ca em culturas de espinafre e alface, em solos deficientes de magnésio.

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

Tratamentos	Partes das Plantas	
	Folhas	Caules
Completo	0,80bc	0,20c
Omissão de N	0,56cd	0,36b
Omissão de P	0,85bc	0,22c
Omissão de K	1,03b	0,60a
Omissão de Ca	1,67a	0,34b
Omissão de Mg	0,37d	0,08d
Omissão de S	1,53a	0,54a
d.m.s. (Tukey5%)	0,66	0,57

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

Tabela 12 - Resumo da análise de variância da concentração de magnésio nas folhas e caules das plantas nos diferentes tratamentos

Causas da variação	GL	Quadrados Médios	
		Matéria Seca	
		Folhas	Caules
Tratamentos	6	0,68038**	0,20399*
Resíduo	21	0,08285	0,0571
Total	27		
C.V. %		30,92	33,69

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

4.3.6. Enxôfre

As concentrações de enxôfre e sua análise de variância estão contidas nas Tabelas 13 e 14.

A omissão de cálcio, provocou aumento no teor de enxôfre mostrando que a ausência daquele aumenta o acúmulo deste, tanto nas folhas como nos caules. Não foi possível identificar efeitos significativos da omissão de enxôfre na concentração do mesmo nos órgãos das plantas.

Segundo JOHNSON e ULRICH (1959), a concentra-

ção de enxôfre total nas plantas, está geralmente na ampla faixa de 0,1% a 1,5%.

MALAVOLTA (1976) cita que a absorção de enxôfre depende diretamente de sua concentração e indiretamente das concentrações de cálcio e magnésio.

Tabela 13 - Teor de enxôfre (%) na matéria seca das partes das plantas em função dos vários tratamentos

Tratamentos	Partes das plantas	
	Folhas	Caules
Completo	0,23b	0,20bc
Omissão de N	0,32ab	0,21bc
Omissão de P	0,16b	0,11c
Omissão de K	0,33ab	0,31ab
Omissão de Ca	0,60a	0,41a
Omissão de Mg	0,41ab	0,15bc
Omissão de S	0,19b	0,15bc
d.m.s. (Tukey 5%)	0,28	0,17

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

Tabela 14 - Resumo da análise de variância da concentração de enxôfre nas folhas e caules, nos diferentes tratamentos

Causas da variação GL		Quadrados Médios	
		Matéria Seca	
		Folhas	Caules
Tratamentos	6	0,09381**	0,04532**
Resíduo	21	0,01588	0,0571
Total	27		
C.V.%		38,99	33,69

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

5. CONCLUSÕES

5.1. Os sintomas visuais de deficiência são bem definidos e de fácil caracterização para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre.

5.2. Só foi possível detectar efeito na produção de matéria seca das folhas e caules para omissão de nitrogênio e dos caules para omissão de potássio.

5.3. Os efeitos da omissão de um nutriente aumentando ou diminuindo a concentração do mesmo e outros nos tecidos foram os seguintes:

<u>Omissão</u>	<u>Aumenta</u>	<u>Diminui</u>
N	K, Mg	N, Ca
P	-	P
K	N, P, Ca, Mg	K
Ca	N, P, K, Mg, S	Ca
Mg	N	Mg
S	N, K, Ca, Mg	-

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

N% = 1,25 e 2,63; P% = 0,17 e 0,36; K% = 0,46 e 3,55;
Ca% = 0,62 e 1,78; Mg% = 0,37 e 0,80; S% = 0,19 e 0,23.

- Os níveis de deficiência e adequação obtidos nos caules foram respectivamente:

N% = 0,67 e 0,98; P% = 0,13 e 0,31; K% = 0,73 e 2,67;
Ca% = 0,11 e 0,64; Mg% = 0,08 e 0,20; S% = 0,15 e 0,20.

6. LITERATURA CITADA

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

BARKER, A.V.; N.T. PECK: G.E. MAC DONALD, 1971. Nitrate accumulation in vegetables. II. Spinach grown in upland soils. *Agronomy Journal*, Madison, 63:126-129.

BARKER, A.V. e D.N. MAYNARD, 1971. Nutritional factors affecting nitrate accumulation in spinach. *Communications Soil Science Plant Analysis*, New York, 2(6):471-478.

BIDDULPH, O.; R. CORY e S. BIDDULPH, 1956. The absorption and translocation of sulfur in red kidney bean. *Plant Physiology*, Washington, 31:28-33.

BINGHAN, F.T. 1966. Phosphorus. In: H. D. Chapman (ed.). Diagnostic criteria for plants and soils. Berkeley, Univ. California, p.324-361.

BOTTRILL, D.E.; J.V. POSSINGHAM e P.E. KRIEDEMANN. 1970. The effect of nutrient deficiencies on photosynthesis and respiration in spinach. *Plant and Soil*, The Hague-Holanda, 32:424-438.

BUKOVAC, M.J. e S.H. WITTEWER, 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiology*, Michigan, 32:428-435.

CIBES, H. e G. SAMUELS. 1955. Mineral deficiency symptoms displayed by coffee trees under controlled conditions. Technical Paper. Agricultural Experimental University of Puerto Rico. Rio Piedras. n. 14, 118p.

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.

CORREA, M.P. 1931. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Volume I. p.300-301.

FERNANDES, P.D. e H.P. HAAG, 1972. Nutrição mineral das hortaliças. XXI. Efeito da omissão dos macronutrientes no crescimento e na composição química do pimentão (*Cap-sicum annum* L. var. Avelar). *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 29:223-235.

GAUCH, H.G. 1972. Inorganic plant nutrition. Dowden, Hutchinson e Ross, Inc., Pensilvania, U.S.A.

GERALDSON, C.M.; G.R. KLACAN e O.A. LORENZ. 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops. pp. 365-380. In: L.M. Walsh J.D. Beaton (ed.). *Soil Testing and Plant Analysis*. Wisconsin, USA.

GREIG, J.K.; J.E. MOTES e A.S. AL-TIKRITI. 1968. Effect of nitrogen levels and micronutrients on yield, chlorophyll and mineral content of spinach. *Proceedings American Society for Horticultural Science*, Michigan, 92:508-515.

GRÜBBEN, G.J.H. La culture de l'amarante, legume-feuilles tropical. Avec Référence Spéciale au Sud-Dahoney, 30: 59-65.

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 Chauss) cultivado em solução nutritiva. Piracicaba, 103p. (Tese de Doutorado).

HAAG, H.P., 1965. Estudos de nutrição mineral da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L. var. CB 76), cultivada em solução nutritiva. Piracicaba, 141p. (Tese de Livre-Docência).

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.; K. MINAMI; G.D. OLIVEIRA e J.R. SARRUGE. 1978. Nutrição mineral de hortaliças. XXXII. Distúrbios nutricionais em jilô (*Solanum gilo* var. Morro Grande Oblongo) cultivado em solução nutritiva. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*. Piracicaba, 35:327-339.
- HATTH, A. e K. OGATA. 1969. Studies on nitrate and nitrite in horticultural products. I. Nitrate and nitrite contents in spinach and its change during storage and processing. *Journal Japan Society Food Nutrition*, 22: 644-648. *Apud Nutrition Abstract*, Aberdeen Scotland, 41:823. 1971
- HOHLT, H. e D.N. MAYNARD. 1966. Magnesium nutrition of spinach. *Proceedings American Society for Horticultural Science*, St. Joseph Michigan - USA, 89:478-482.
- INDEN, E.; C. MISAWA e A. TAKEI. 1958. Potassium requirement of vegetable crops. *Potassium Symposium* (Tokyo), 60-75. *Apud Horticultural Science*. 31:798. 1961.
- 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. 1980. Elementos de nutrição mineral. S.P. Editora Agronômica Ceres. 251p.

MALAVOLTA, E. 1976. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. S.P. Editora Agronômica Ceres. 528p.

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.

MAYNARD, D.N. e A.V. BARKER. 1971. Critical nitrate levels for leaf lettuce, radish and spinach plants. *Communications Soil Science Plant Analysis*, New York-USA. 2(6):461-470.

MAYNARD, D.N. e A.V. BARKER. 1974. Nitrate accumulation in spinach as influenced by leaf tupe. *Journal of American Society of Horticultural Science*, St. Joseph, Michigan, USA. (2):135-138.

MAJEWSKA, W. 1969. Studies on the need for Mg fertilization in spinach and lettuce. *Roczn. Nauk. Rol. Ser.*, 95:567-687. *Apud Horticultural Abstract*, East Mailing, Inglaterra. 41:125. 1971.

- NIGHTINGALE, G.T.; R.M. ADDOMS; W.E. ROBBINS e L.G. SCHERMERHON. 1931. Effect de Ca deficiency on nitrate absorption and metabolism in tomato. *Plant Physiology*. Lancaster, 6:605-630.
- PAIVA, W.O. 1979. Potencialidade para cultura da bertalha na Amazônia Ocidental. In: PAHLEN, A. von der et alii. *Introdução à Horticultura e Fruticultura no Amazonas*. Manaus - CNPq/INPA. p.30-6.
- PHILLIPS, W.E.J. 1968. Changes in the nitrate and nitrite contents of fresh and processed spinach during storage. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. Easton, Pa-USA, 16(1):88-91.
- PIMENTEL GOMES, F. 1973. *Curso de Estatística Experimental*. 5a. ed. São Paulo, Nobel, 430p.
- RICHARDS, E.J. e E. BERNER. 1954. Physiological studies in plant nutrition. XVII. A general survey of the free aminoacids of bailey as affected by mineral nutrition with special reference to potassium supply. *Annals of Botany*, London, 18:15-33.
- REUF, B. 1970. Vitamin and trace-element contents of spinach as affected by different forms and rates of nitrogen. *Southern. Landw. Forsch.* 25 (2):106-114. *Apud Soils and Fertilizers*, 34 (3):2660.

- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG. 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, SP. ESALQ/USP. 56p.
- SARRUGE, J.R. 1975. Soluções nutritivas. *Summa Phytopathologica*, Piracicaba, 1:231-233.
- SCHMIDT, N.B., 1947. Calcium deficiency and renal calculus produced by spinach. *Nutrition Abstracts*, Aberdeen-Scotland, 16:897.
- STREL'NIKOVA, R.A. 1968. Effect of different forms of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on yield and quality of spinach. *Soils and Fertilizers*, Harpenden, Inglaterra, 31(5):468.
- 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. WEIR, 1962. The fine structure of chloroplasts from mineral-deficient leaves of *Phaseolus vulgaris*. *American Journal of Botany*. Lancaster, 49: 1047-1055.

VILLAR, H.S.D. 1962. Subsídio para o estudo da vitamina C nas frutas e legumes vendáveis em Luanda. *Agronomia Angolana*, Luanda, 14:35-45.

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 Brunswik, 47:143-161.

WEBER, H. 1981. Deficiências de macronutrientes em cubiu (*Solanum tojiro*, Humb. e Bonpl.) cultivado em solução nutritiva. Piracicaba. 47p. (Mestrado - ESALQ).

WINTTER, S.H. e R.H. GOFF. 1946. Nutritional values of New Zeland spinach (*Tetragonia expansa*, Murr.). *Food Reserch*, 11:54-60. *Journal Nutrition*, 31:59-65, 1946. *Apud Nutrition Abstracts*. 16:43, 1946/47.

WOODBIDGE, C.G. 1955. Magnesium deficiency in apples in British Colombia. *Canadian Journal of Agricultural Science*, Ottawa, 35:350-357.

ZINK, F.W. 1965. Growth and nutrient absorption in spring spinach. *Proceedings American Society for Horticultural Science*. St. Joseph, Michigan-USA, 87:380-386.