

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

E.L. de F. Donald**
J.R. Sarruge***
G.J. Sfredo****

RESUMO

Plantas de bertalha (*Basella alba*, L.) INPA-1 foram cultivadas em casa de vegetação 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 produ-

* Entregue para publicação em 28/12/83.

Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba.

** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

**** Pesquisador, M.S., EMBRAPA/CNPSoja, Londrina, PR.

ção 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 minerais 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.

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.

A bortalha (*basella alba* L.) da família das Basellaceae é uma hortaliça folhosa, já colhida na região Amazônica e tem vários aspectos importantes quanto ao seu potencial produtivo, sendo de fácil cultivo e de ciclo 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.

Apesar da grande importância nutricional na literatura não se encontra nenhum trabalho relacionado à nutrição mineral da bortalha.

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.

Nitratos tendem a se acumular nos pecíolos, folhas, raízes e partes reprodutivas da planta, em ordem decrescente (MAYNARD & BARKER, 1971).

Estudando as concentrações críticas de nitrato para o desenvolvimento de algumas hortaliças, MAYNARD & BARKER (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.

INDEN et alii (1958) em pesquisa sobre a necessidade de potássio por culturas diversas, verificaram que o desenvolvimento do espinafre foi severamente retardado pela deficiência do nutriente.

HOHLT & 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.

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

- a) obter os sintomas de deficiência dos macronutrientes minerais;
- b) analisar o crescimento das plantas através da produção de matéria seca;
- c) determinar a concentração dos macronutrientes minerais nas folhas e caules das plantas cultivadas nos diversos tratamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Química, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 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 Hortalças 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 trinta 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 por 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 a remover os nutrientes retidos no quartzo; em seguida, iniciaram-se os tratamentos em número de sete com quatro repetições, em delineamento experimental inteiramente casualizado.

* O. Baumgart Indústria e Comércio, SP.

Os tratamentos utilizados foram: solução completa, omissão de nitrogênio, omissão de fósforo, omissão de potássio, omissão de cálcio, omissão de magnésio e omissão de enxofre.

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

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 macronutrientes foram descritos quando tornaram-se bastante definidos, procedendo-se a coleta das plantas.

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

Após determinação do peso da matéria seca, procedeu-se a moagem do material em moinho tipo Wiley, peneira de malha nº 20. Determinou-se os teores dos macronutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, de acordo com os métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomas de Deficiência

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 uma redução no tamanho 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 é causado pelo colapso e distúrbios gerais no desenvolvimento dos cloroplastos (THOMPSON & WEIR, 1962).

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

Fósforo

Os sintomas da 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 & HOMA (1968) 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).

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 verde escuras, apresentavam manchas necróticas 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 ápice destas folhas.

A omissão deste nutriente pouco afetou o desenvolvimento da planta.

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

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, acompanhando 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.

Magnésio

Os sintomas observados 31 dias após o início do tratamento foram de amarelecimento do limbo entre as nervuras 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 & HAAG (1972) para o pimentão e WEBER (1981) para o cubiu.

Enxofre

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 recurvaram-se para baixo.

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

Crescimento

Os pesos da matéria seca das folhas e caules da beralha estão na Tabela 1.

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

Tratamento	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.

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 e ativar enzimático, 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 & 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.

Concentração de Nutrientes

Nitrogênio

Os resultados médios de concentrações de nitrogênio nas partes das plantas, bem como o resumo da análise de variância encontram-se na Tabela 2.

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, cu

tivar outono e de 3,4% para cultivar de primavera cultivada em solução nutritiva completa, valores estes bem próximos aos deste trabalho.

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 & SAMUELS (1955) e HAAG (1958) observaram que a omissão de potássio elevou o teor de nitrogênio em folhas de cafeeiro. WALL (1939), RICHARDS & 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 beralha.

Fósforo

As concentrações médias de fósforo nas folhas e caules estão na Tabela 2.

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), citado por WEBER (1981), trabalhando com ervilha verificaram que houve um aumento na concentração de fósforo à medida que aumentavam os níveis de magnésio.

Tabela 2. Teores de macronutrientes (%) na matéria seca das plantas em função dos vários tratamentos.

Nutriente	Parte da planta	Completa	Omissão de						
			N	P	K	Ca	Mg	S	
N%	folha	2,63d	1,25c	2,46d	3,50c	4,41bc	3,80bc	4,66a	
	caule	0,98c	0,67c	1,30b	1,51b	1,88a	1,38b	1,97a	
P%	folha	0,36bc	0,63ab	0,17c	0,71a	0,74a	0,55ab	0,61ab	
	caule	0,31c	0,49a	0,13d	0,45ab	0,56a	0,34bc	0,42abc	
K%	folha	3,55a	4,70a	3,17a	0,46b	4,51a	3,71a	4,95a	
	caule	2,67c	5,12a	2,83c	0,73d	4,01b	2,79c	5,28a	
Ca%	folha	1,78b	0,88cd	1,51bc	1,90b	0,62d	1,76b	3,00a	
	caule	0,64b	0,63b	0,74b	1,40a	0,11c	0,88b	1,78a	
Mg%	folha	0,80bc	0,56cd	0,85bc	1,03b	1,67a	0,37d	1,53a	
	caule	0,20c	0,36b	0,24c	0,60a	0,34b	0,08d	0,54a	
S%	folha	0,23b	0,32ab	0,16b	0,33ab	0,60a	0,41ab	0,19b	
	caule	0,20bc	0,21bc	0,11c	0,31ab	0,41a	0,15bc	0,15bc	

* Médias seguidas de letras não comuns, dentro de cada nutriente em cada órgão, apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

MAYNARD (1970), em espinafre europeu, encontrou alta concentração de fósforo em folhas de plantas cultivadas sob omissão de nitrogênio. Resultado semelhante foi obtido por HAAG (1965) com cana-de-açúcar.

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

Potássio

Os resultados das concentrações de potássio, nas folhas e caules encontram-se na Tabela 2.

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, enxofre 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.

Cálcio

As concentrações médias de cálcio, nas folhas e caules, com a respectiva análise de variância, encontram-se na Tabela 2.

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 elevado a concentração do cálcio nos tecidos do caule.

Toeres 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.

Magnésio

A Tabela 2 mostra 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 enxofre provocou elevação no teor de magnésio das folhas e caules provavelmente por efeito de antagonismo, no caso do cálcio, que exerce absorção do magnésio.

WOODBIDGE (1955) concluiu que o alto teor de magnésio nas folhas superiores e frutos de macieiras deficientes em cálcio evidencia o efeito antagonico 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.

Enxofre

As concentrações de enxofre estão contidas na Tabela 2.

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

MALAVOLTA (1967) citado por WEBER (1981) cita que a absorção de enxofre depende diretamente de sua concentração e indiretamente das concentrações de cálcio e magnésio.

CONCLUSÕES

- a) Os sintomas visuais de deficiência são bem definidos e de fácil caracterização para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.
- b) 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.
- c) Os efeitos da omissão de um nutriente aumentando ou diminuindo a concentração do mesmo e outros nos tecidos foram os seguintes:

Omissão	Aumenta	Diminui
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	-

- d) 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.
- e) 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.

SUMMARY

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

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:

- a) obtain a clear picture of the macronutrient deficiency;
- b) growth of the plants in function of (1);
- c) analytical levels 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 macronutrients.

Only the omission of nitrogen and potassium affect the dry matter production of plants. The range 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.

LITERATURA CITADA

- ABANTO, A.M.; CRUZ, A.S., 1972. Alteraciones morfológicas e fisiológicas en tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), causadas por deficiências de potássio, magnésio y boro. *Turrialba*, **22**(4): 403-408.
- ANDREEVA, T.F.; AVDEEVA, T.A.; VLASOVA, M.P.; THYOK, N. T.; NICHIPOROVICH, A.A., 1971. Effect of nitrogen nutrition on the structure and function of the photosynthetic apparatus in plants. *Sovietic Plant Physiology*. Washington, **18**(49): 591-597.
- BARKER, A.V.; PECK, N.T.; MAC DONALD, G.E., 1971. Nitrate accumulation in vegetables. II. Spinach grown in upland soils. *Agronomy Journal*. Madison, **63**:126-129.
- BIDDULPH, O.; CORY, R.; BIDDULPH, S., 1956. The absorption and translocation of sulfur in red kidney bean. *Plant Physiology*. Washington, **31**: 28-33.
- BINGHAN, F.T., 1966. Phosphorus. In: CHAPMAN, H.D.(ed.) Diagnostic criteria for plants and soils. Berkeley, Univ. California, p. 324-361.
- BUKOVAC, M.J.; WITWER, S.H., 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiology*. Michigan, **32**: 428-435.

- CIBES, H.; SAMUELS, G., 1955. Mineral deficiency symptoms displayed by coffee trees under controlled conditions. Technical Paper. Agricultural Experimental University of Puerto Rico. Rio Piedras, 14: 118.
- COBRA NETO, A.; ACCORSI, W.R.; MALAVOLTA, E., 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.
- FERNANDES, P.D.; HAAG, H.P., 1972. Nutrição mineral das hortaliças. XXI. Efeito da omissão dos macronutrientes no crescimento e na composição química do pimentão (*Capsicum annum* L. var. Avelar). **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba, 29: 223-235.
- GAUCH, H.G., 1972. **Inorganic plant nutrition**. Dowden, Hutchinson e Ross, Inc., Pensilvania, U.S.A.
- GERALDSON, C.M.; KLACAN, G.R.; LORENZ, O.A., 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops. In: L.M. Walsh J.D. Beaton (ed.). **Soil testing and plant analysis**. Wisconsin, U.S.A., pp. 365-380.
- HAAG, H.P., 1965. Estudos de nutrição mineral da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L. var. CB-76), cultivada em solução nutritiva. E.S.A. "Luiz de Queiroz" USP, Piracicaba (Tese).
- HAAG, H.P.; HOMA, P., 1968. Nutrição mineral de hortaliças. III. Deficiência de macronutrientes em beringela. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba.
- HAAG, H.P.; MINAMI, K.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J.R., 1978. Nutrição mineral de hortaliças. XXXII. Distúrbios nutricionais em jiló (*Solanum gilo* var. Morro Grande Oblongo) cultivado em solução nutritiva. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba 35: 327-339.
- HOHLT, H.; MAYNARD, D.N., 1966. Magnesium nutrition of spinach. **Proceedings American Society for Horticultural Science**. St. Joseph Michigan, USA, 89: 478-482.

- INDEN, E ; MISAWA, C., TAKEI, A., 1958. Potassium requirement of vegetable crops. **Potassium Symposium** (Tokyo), 60.75. **Apud Horticultural Science** 31: 798-1961.
- MALAVOLTA, E.; CASTRO, P.R.C.; CRUZ, V.F., YAMADA, T., 1975. Calcium and its relationship to blossom-end rot in tomato. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. New York, 6(3): 273-284.
- MALAVOLTA, E., 1980. **Elementos de nutrição mineral**. S.P. Editora Agronômica Ceres. 251 p.
- MALAVOLTA, E., 1976. **Manual de química agrícola**.
- 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.; BARKER, A.V., 1971. Critical nitrate levels for leaf lettuce, radish and spinach plants. **Communications Soil Science Plant Analysis**, New York, USA 2(6): 461-470.
- MAJEWSKA, W., 1969. Studies on the need for Mg fertilization in spinach and lettuce. **Roczn. Nauk. Kol. Ser.** 95: 567-687. **Apud: Horticultural Abstract**, East Mailing, Inglaterra, 41: 125. 1971.
- NIGHTINGALE, G.T.; ADDOMS, R.M.; ROBBINS, W.E., SCHERMERHON, L.G., 1931. Effect of Ca deficiency of nitrate absorption and metabolism in tomato. **Plant Physiology**. Lancaster, 6: 605-630.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. **Curso de estatística experimental**. 5ª ed. São Paulo. Nobel, 430 p.

- RICHARDS, E.J.; BERNER, E., 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.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 56 p.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. **Summa Phytologia**. Piracicaba, **1**: 231-233.
- THOMAZ, M.C.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J.R., 1975. Nutrição mineral de hortaliças. XXV. Deficiência de macronutrientes e de boro em espinafre (*Tetragonia expansa* Murr.). **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba, **32**: 205-230.
- THOMPSON, W.W.; WEIR, T.E., 1962. The fine structure of chloroplasts from mineral-deficient leaves of *Phaseolus vulgaris*. **American Journal of Botany**. Lancaster, **49**: 1047-1055.
- 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. 47 p. (Dissertação de Mestrado, ESALQ).
- WOODBIDGE, C.G., 1955. Magnesium deficiency in apples in British Colombia. **Canadian Journal of Agricultural Science**. Ottawa, **35**: 350-357.
- ZINK, F.M., 1965. Growth and nutrient absorption in spring spinach. **Proceedings American Society for Horticultural Science**. St. Joseph, Michigan, USA, **87**: 380-386.