

## Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes

Adriana U Alves<sup>3,4</sup>; Renato de M Prado<sup>1</sup>; Ancélio Ricardo de O Gondim<sup>3,4</sup>; Ivana M Fonseca<sup>3,4</sup>; Arthur B Cecílio Filho<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>UNESP-FCAV, Depto. Solos e Adubos, Rod. Prof. Paulo Donato Castellane s/n, 14884-900 Jaboticabal-SP; <sup>2</sup>UNESP-FCAV, Depto. Produção Vegetal; <sup>3</sup>Alunos do Programa Pós-Graduação em Agronomia, UNESP-FCAV; <sup>4</sup>Bolsista CNPq; adrianaursulino@hotmail.com; rmprado@fcav.unesp.br; rutra@fcav.unesp.br

### RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito da omissão de macronutrientes no desenvolvimento e no estado nutricional da beterraba, assim como descrever sintomas visuais de deficiência nutricional, um experimento foi conduzido em casa de vegetação da UNESP, *Campus* de Jaboticabal, SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos, que corresponderam à solução completa (macro e micronutrientes) e à omissão individual de N, P, K, Ca, Mg e S, com três repetições. Avaliou-se a altura das plantas, o número de folhas, a área foliar, a matéria seca da parte aérea, da raiz e planta inteira, os teores dos macronutrientes da parte aérea e raiz e descritos as desordens nutricionais. As omissões individuais de N, P, K e Ca foram as mais limitantes para o crescimento vegetativo da beterraba, reduzindo consideravelmente a altura, o número de folhas e as matérias secas de parte aérea, raiz e planta inteira. Foram observados sintomas de deficiência nutricional de cada elemento. Os teores dos macronutrientes na parte aérea do tratamento completo e com omissão dos nutrientes foram respectivamente: N = 32,9 - 13,8; P = 9,0 - 0,8; K = 126,0 - 15,1; Ca = 12,0 - 1,0; Mg = 10,1 - 0,7; S = 3,6 - 1,2 g kg<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Beta vulgaris*, deficiência nutricional, nutrição mineral, crescimento.

### ABSTRACT

#### Effect of macronutrient omission on growth and nutritional status on table beet

An experiment was conducted under greenhouse conditions, in Jaboticabal, São Paulo State, Brazil, to evaluate the effects of macronutrient omission on beet nutritional status and development, as well as to describe nutritional deficiency symptoms. The experiment was arranged in completely randomized design with three replications and seven treatments, corresponding to complete nutritive solution (macro and micronutrients) and individual N, P, K, Ca, Mg and S omission. Plant height, number of leaves, leaf area, shoot, root and whole plant dry mass and macronutrient levels were determined and nutritional deficiency symptoms were described. Individual omissions of N, P, K or Ca were the most limiting for beet growth, considerably reducing plant height, number of leaves, and shoot, root and whole plant dry mass. Nutritional deficiency symptoms were observed for each element. Shoot macronutrient levels in control and nutrient omission treatments were, respectively: N = 32.9 - 13.8; P = 9.0 - 0.8; K = 126.0 - 15.1; Ca = 12.0 - 1.0; Mg = 10.1 - 0.7; S = 3.6 - 1.2 g kg<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Beta vulgaris*, nutritional deficiency, mineral nutrition, development.

(Recebido para publicação em 29 de maio de 2007; aceito em 23 de abril de 2008)

As hortaliças constituem um grupo de plantas que requer quantidades elevadas de calcário e fertilizantes orgânicos e minerais, que podem representar de 20 a 30% dos custos de produção (Trani & Raij, 1997). A espécie *Beta vulgaris* é pertencente à família Quenopodiaceae. É originária de regiões europeias e norte-africanas de clima temperado. A planta é bienal, cuja parte comestível é uma raiz tuberosa de formato globular e sabor acentuadamente doce, mesmo na beterraba olerácea (Filgueira, 2000). Em sua raiz tuberosa a cor vermelho-arroxeadada é devido à presença de betalaínas. Além de possuir substâncias químicas importantes, a beterraba vem se destacando entre as hortaliças, pelo seu conteúdo em vitaminas do complexo B e os nutrientes potássio, sódio, ferro, cobre e zinco (Ferreira & Tivelli, 1990).

A beterraba é cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Sul. Das 100,5 mil propriedades produtoras de beterraba existentes no Brasil, 42% estão na Região Sudeste e 35% na Região Sul. No estado de São Paulo existem, aproximadamente, 700 propriedades agrícolas, perfazendo 5 mil ha, onde são produzidas 115 mil toneladas de beterraba por ano (Camargo Filho & Mazzei, 2002). A produtividade de raízes varia entre 20 e 35 t ha<sup>-1</sup> (Filgueira, 2000).

A importância do suprimento e da absorção de nutrientes para a produção das culturas tem resultado, por muitos anos, em uma vasta experimentação e literatura pertinente à nutrição e ao crescimento da planta. Uma grande quantidade de publicações tem relacionado experimentos com plântulas em estudos de laboratórios, nas quais a suposição

básica é de que sob ambiente controlado, os efeitos de diversos nutrientes minerais sobre o crescimento da planta podem ser mais facilmente estudados do que no campo (Marschner, 1995). Os efeitos dos nutrientes no crescimento e na produção são usualmente estudados em termos das suas funções no metabolismo das plantas. Além disso, a nutrição mineral pode influenciar o crescimento e a produção das plantas cultivadas de forma secundária, causando modificações na forma de crescimento, na morfologia, na anatomia e na sua composição química.

Na literatura, estudos sobre omissão de nutrientes na cultura da beterraba são insipientes. Diante do exposto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito das omissões de macronutrientes sobre o desenvolvimen-

to e o estado nutricional de plantas de beterraba, assim como descrever sintomas visuais de deficiência nutricional.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UNESP, em Jaboticabal, de agosto a outubro de 2006.

A sementeira foi realizada em 01/07/06, em bandeja de 200 células em substrato comercial Bioplant® sem adubação. Após 51 dias da sementeira, as plantas, em número de duas, foram transferidas para vasos plásticos com capacidade para 2,5 L de solução nutritiva de cada tratamento. A partir deste momento as plantas foram cultivadas nas diversas soluções nutritivas com omissão de macronutriente que teve como base a solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950), contendo 210,1 de N; 31,0 de P; 234,6 de K, 200,4 de Ca; 48,6 de Mg; 64,2 de S, 0,5 de B; 0,02 de Cu, 0,6 de Cl; 5 de Fe; 0,5 de Mn, 0,01 de Mo e 0,05 de Zn em mg L.

A solução nutritiva foi aerada diariamente e o pH ajustado entre 5,0 e 6,0, usando respectivamente HCl e NaOH a 0,5 N, quando esta se encontrava acima ou abaixo desta faixa. O volume de solução nutritiva do vaso foi mantido constante, acrescentando-se, diariamente, água deionizada. A cada 15 dias fez-se a substituição da solução nutritiva por uma nova.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos (completo e -N, -P, -K, -Ca, -Mg e -S) e 3 repetições. A unidade experimental foi constituída por um vaso contendo duas plantas.

Os sintomas de deficiência foram caracterizados desde o início com aparecimento das primeiras desordens nutricionais. Quando o sintoma de deficiência de determinado nutriente estava muito bem definido, fez-se a colheita das plantas do tratamento correspondente. Nestes períodos foram avaliados a altura, o número de folhas e a área foliar (AF).

Após a coleta das plantas, estas foram submetidas à lavagem com água + detergente (3 mL/L), água corrente, água

+ HCl a 0,1 M (8,4 mL/L) e água destilada. Foram separadas a parte aérea e a raiz tuberosa e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70°C até massa constante. Obtido a matéria seca da parte aérea, raiz e planta inteira (MSPA, MSR e MST, respectivamente), procedeu-se a moagem do material em moinho tipo Willey, para análise química de tecido vegetal. Foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea e na raiz, segundo metodologias descritas por Bataglia *et al.* (1983).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) pelo “software” SAE (2000). Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O início e fim da fase de observação e descrição dos sintomas de deficiência de K, N, Ca, P, Mg e S ocorreu, respectivamente, aos 14 e 42; 21 e 42; 21 e 49; 28 e 49, 35 e 56; 42 e 63 dias após o transplante.

Para nitrogênio, primeiramente observou-se que as folhas mais velhas perderam gradualmente o tom verde-escuro para verde-pálido, distribuindo-se uniformemente no limbo, pecíolo e nervuras. Houve evolução para clorose generalizada e paralisação do crescimento da parte aérea. Quando o suprimento é subótimo, o crescimento é retardado; o N que está mobilizado nas folhas adultas é redistribuído para as mais novas, ocorrendo os sintomas típicos de deficiências de N, tais como o aumento na senescência de folhas mais velhas (Marschner, 1995).

Os sintomas de deficiência de fósforo foram inicialmente observados por arroxamento intenso das raízes e com a evolução da deficiência, também verificou-se nas folhas. Também foi observado menor crescimento da planta em relação à testemunha (solução completa) e paralisação do crescimento da raiz tuberosa. Plantas com deficiência de fósforo têm o seu crescimento diminuído, devido afetar vários processos como a síntese protéica e de ácidos nucléicos (Mengel & Kirkby, 1987).

A deficiência de potássio surgiu inicialmente com pequena clorose acentuadamente avermelhada nas margens das folhas, evoluindo para necrose atingindo ápices das folhas, as quais, com a evolução da deficiência, apresentaram grandes manchas necróticas no limbo foliar. Em plantas com deficiência de potássio, os compostos nitrogenados solúveis, inclusive as aminas e putrescinas, muitas vezes, se acumulam, sendo a última, provavelmente, responsável pelas manchas necróticas que aparecem nas folhas deficientes nesse nutriente (Epstein, 1975).

A omissão de cálcio acarretou inicialmente anormalidades visíveis nas folhas mais novas, com leve encarquilhamento nas suas margens. Com a evolução da deficiência, ocorreu necrose, morte de brotos, encarquilhamento total da folha, flacidez dos pecíolos e deformação nas folhas novas.

Na fase final, houve necrose do ápice das folhas e dilaceração das margens foliares. Na literatura a falta de cálcio é caracterizada pela redução do crescimento de tecidos meristemáticos, sendo observado, inicialmente, nas extremidades em crescimento e nas folhas mais jovens (Mengel & Kirkby, 1987). Enquanto na raiz tuberosa não houve prejuízo no seu crescimento sendo semelhante ao completo.

Os primeiros sintomas de deficiência de magnésio foram observados com o aparecimento de clorose internerval nas folhas mais velhas. Com a evolução da deficiência, observou-se coloração avermelhada nas folhas velhas (“clorose malhada”).

As plantas com carência de enxofre apresentaram clorose nas folhas mais novas, caracterizada por coloração verde mais clara em relação às folhas da testemunha (solução nutritiva completa).

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre todas as características avaliadas.

A altura, a área foliar e a matéria seca da parte aérea não foram afetadas pela omissão de Mg ou de S, não diferindo estatisticamente de plantas sob cultivo com solução nutritiva completa. O número de folhas, a matéria seca da raiz e a matéria seca da planta inteira não foram afetadas negativamente apenas pela

**Tabela 1.** Altura (ALT), número de folha (NF), área foliar (AF), matéria seca da parte aérea, raiz e total (MSPA, MSR e MST, respectivamente), de planta de beterraba cultivada em soluções nutritivas completa e com omissão de macronutriente (Height (ALT), leaf number (NF), leaf area (AF), dry matter of the aerial part, root and total (MSPA, MSR and MST, respectively), of beet plants cultivated in a nutritive solutions, completed and with macronutrients omission). Jaboticabal, UNESP, 2006.

Tratamentos	ALT (cm)	NF	AF (cm <sup>2</sup> /planta)		MSR <sup>1</sup>		MSPA <sup>1</sup>		MST <sup>1</sup>	
			MO	MT	MO	MT	MO	MT	MO	MT
Completo	40,5 a	13,0 a	485,8	6,17 a	2,2	2,50 b	4,1	2,65 a	6,4	2,79 a
-N	12,3 d	5,0 c	24,0	3,15 d	0,1	2,31 d	0,2	2,33 b	0,3	2,34 c
-P	26,6 c	10,0 b	96,2	4,56 c	0,3	2,33 d	0,9	2,39 b	1,2	2,41 c
-K	24,4 c	9,0 b	111,4	4,71 c	0,1	2,31 d	0,7	2,37 b	0,8	2,38 c
-Ca	31,9 b	10,0 b	203,2	5,31 b	0,9	2,39 c	1,7	2,46 b	2,6	2,53 c
-Mg	39,5 a	9,0 b	392,8	5,91 a	1,7	2,43 c	3,0	2,57 a	4,4	2,66 b
-S	41,6 a	12,0 a	488,0	6,16 a	3,5	2,61 a	4,1	2,64 a	7,7	2,87 a
CV %	10,7	9,3		4,8		2,1		2,7		3,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. MO = médias originais; MT = médias transformadas (log (x+10)); <sup>1</sup>Valores em g/planta (average values followed by the same letter in the column do not differ; 5% probability; scott knotts test. MO = original averages; MT = transformed average (log (x+10)); <sup>1</sup> Values in g/plant).

**Tabela 2.** Teores dos macronutrientes da parte aérea, e da raiz de plantas de beterraba cultivadas em soluções nutritivas completa e com omissão de macronutriente (levels of macronutrients of the aerial part and of the root of beet plants cultivated in nutritive solutions, complete and with macronutrients omission). Jaboticabal, UNESP, 2006.

Tratamentos	Parte aérea (g kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	32,9 d	9,0 c	126,0 a	12,0 b	10,1 a	3,6 a
-N	13,8 e	24,0 a	111,5 b	17,6 a	8,0 a	3,0 b
-P	33,1 d	0,8 d	48,5 d	17,4 a	11,6 a	4,3 a
-K	59,5 a	10,6 b	15,1 e	16,3 a	10,9 a	4,2 a
-Ca	45,1 b	12,0 b	113,3 b	1,0 c	13,8 a	5,1 a
-Mg	40,6 c	12,4 b	108,5 b	9,8 b	0,7 b	3,0 b
-S	29,2 d	8,3 c	82,5 c	13,2 b	8,3 a	1,2 c
CV %	6,6	11,0	8,5	14,1	22,2	16,7

  

Tratamentos	Raiz					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	27,8 c	7,0 b	63,0 a	2,4 c	2,4 d	2,0 c
-N	18,5 d	8,6 a	35,4 b	4,9 a	6,6 a	1,8 c
-P	43,4 b	1,8 d	24,1 c	4,0 b	3,4 b	3,4 b
-K	51,1 a	6,2 c	11,5 d	4,4 b	2,9 c	3,8 a
-Ca	39,4 b	6,7 b	37,2 b	0,3 d	2,2 d	3,0 b
-Mg	37,1 b	5,1 c	28,6 c	2,7 c	0,4 f	2,3 c
-S	25,8 c	5,3 c	32,2 b	2,0 c	1,5 e	0,5 d
CV %	8,8	9,8	8,5	13,5	6,6	11,6

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott (average values followed by the same letter in the column do not differ; 5% probability; scott knott's test).

omissão de S em comparação à solução completa (Tabela 1).

A omissão de N foi a que afetou mais intensamente a altura e número de folhas da planta de beterraba (Tabela 1). Foram obtidas plantas com 12,3 cm e 5 folhas, que corresponderam, respectivamente, a 30% e 39% dos valores obtidos com as plantas em solução completa. A restrição de N levou a uma redução de crescimento pois,

conforme Marschner (1995) e Malavolta *et al.* (1997), esse nutriente, além de fazer parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, pigmentos e produtos secundários, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, os quais interferem direta ou indiretamente no desenvolvimento da planta.

A altura e área foliar tiveram respostas semelhantes aos tratamentos, sendo a omissão de N a que mais reduziu o crescimento das plantas, seguido das omissões de P, K e Ca, quando comparadas a plantas sob cultivo com solução completa, que não diferiu de plantas sob omissão de Mg e S (Tabela 1).

Plantas cultivadas com omissão de S apresentaram maior matéria seca de raiz do que na condição de solução completa, que por sua vez foi superior às quantidades obtidas com a omissão de qualquer um dos macronutrientes. Uma justificativa seria que em condições de estresse (omissão de S) as plantas foram capazes de absorver o SO<sub>2</sub> atmosférico, embora não seja um processo muito eficiente (Mengel & Kirkby, 1987). Uma outra hipótese mais provável seria o fornecimento de S pelo substrato usado na formação da muda. As omissões de N, P ou de K determinaram os menores valores de matéria seca de raiz (Tabela 1). As plantas sob omissões de N, P, K ou Ca apresentaram quantidades de matéria seca da parte aérea inferiores às quantias observadas em plantas sob solução nutritiva completa.

A omissão de N ou K provocou redução da matéria seca da planta inteira, sem diferir dos valores da matéria seca sob omissão de P ou Ca, as quais diferiram de -S, solução completa e -Mg. A diminuição da matéria seca da planta inteira sob omissão de quaisquer macronutrientes, exceto S, foi reflexo da redução do número de folhas e da matéria seca da raiz, que influenciaram diretamente os processos fotossintéticos e de absorção de nutrientes.

O teor de N na matéria seca da parte aérea foi maior em plantas cultivadas com omissão de K (59,5 g kg<sup>-1</sup>) enquanto na solução completa constatou-se 32,9 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Os teores de N, P, K, Ca, Mg e S foram maiores em plantas cultivadas, respectivamente, sob solução nutritiva com omissão de K; -N; completa; -N, -P e -K; exceto na -Mg e na completa, -P, -K e -Ca (Tabela 2).

Em solução completa, a sequência decrescente de macronutrientes, quanto ao teor foliar, foi K, N, Ca, Mg, P e S. O K manteve-se como o nutriente em maior teor na planta em soluções com omissões de macronutrientes, exceto quando encontrava-se omissão na solução. Na raiz, na solução completa a sequência de teores diferiu da observada na parte aérea, tendo sido constatado: K > N > P > Ca > Mg > S. Souza *et al.* (2006) utilizando a mesma cultivar, em condições de campo, em Mossoró-RN, observaram que o K e o N foram os nutrientes mais absorvidos pela cultura. Pode-se observar que no presente trabalho o P na raiz foi o terceiro macronutriente em maior concentração, enquanto na parte aérea o quinto. A maior exigência de P na raiz tuberosa se deve a sua função, que é de promover um crescimento rápido e contínuo deste órgão (Filgueira, 1982).

Os elevados teores de K na parte aérea e na raiz tuberosa de beterraba confirmam a importância deste nutriente para plantas armazenadoras de reserva em órgãos subterrâneos, conforme relatado por Filgueira (1993), Perrenoud (1993) e Souza *et al.* (2006), o que faz dele o nutriente mais extraído pela planta, para translocação de açúcares e síntese de amido e requerido para a obtenção de produções elevadas de tubérculos (Westermann *et al.*, 1994).

De acordo com os teores dos nutrientes apresentados na Tabela 2, verifica-se que com a omissão de N as maiores alterações foram observadas no teor de P na parte aérea e Mg na raiz. Enquanto na solução completa os teores de P e Mg foram 9 e 2,4 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente; a omissão de N causou aumento de 166% no teor de P na parte aérea e de 175% no teor de Mg na raiz, cujos teores corresponderam a 24 g kg<sup>-1</sup> de P e 6,6 g kg<sup>-1</sup> de Mg. Sob -P, maiores alterações foram observadas nos teores de K na parte aérea e na raiz, que reduziram de

126 para 48,5 e de 63 para 24,1 g kg<sup>-1</sup>, ou seja, cerca de 62% de decréscimo nas concentrações do nutriente quando cultivou-se a planta em solução completa. A omissão de K provocou elevação significativa nos teores de N na parte aérea e na raiz, de 81% (32,9 para 59,5 g kg<sup>-1</sup>) e 84% (27,8 para 51,1 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente. A omissão de Ca promoveu expressiva redução (41%) de K (63,0 para 37,2 g kg<sup>-1</sup>), na raiz e elevação de 37% do teor de N na parte aérea (35,9 para 45,1 g kg<sup>-1</sup>). Com a omissão de Mg a maior alteração foi no teor de P na parte aérea, que aumentou em 38% (9 para 12,4 g kg<sup>-1</sup>) e de 42% do teor de N na raiz (27,8 para 39,4 g kg<sup>-1</sup>), e no teor de K na raiz, que reduziu em 55% (63,0 para 28,6 g kg<sup>-1</sup>), enquanto a omissão de S reduziu respectivamente em 49% e 35% o teor de K na parte aérea (126,0 para 82,5 g kg<sup>-1</sup>) e na raiz (63,0 para 32,2 g kg<sup>-1</sup>) em relação à solução completa.

Cabe destacar que os teores dos macronutrientes na parte aérea do tratamento com solução nutritiva completa e com omissão foram respectivamente: N = 32,9 e 13,8; P = 9,0 e 0,8; K = 126,0 e 15,1; Ca = 12,0 e 1,0; Mg = 10,1 e 0,7; S = 3,6 e 1,2 g kg<sup>-1</sup>. Observou-se que a omissão dos nutrientes foi eficiente em induzir a deficiência, pois os teores ficaram abaixo da faixa considerada adequada por Trani & Raij (1997) (N=30-50; P= 2-4, K=20-40; Ca= 25-35; Mg= 3-8; S= 2-4 g kg<sup>-1</sup>). Nota-se, ainda, que as plantas cultivadas na solução completa apresentaram teor de P, K e Mg acima da faixa considerada adequada por Trani & Raij (1997), ao passo que o teor de Ca esteve abaixo desta faixa. Este fato pode ser justificado pelo tecido vegetal coletado, pois Trani & Raij (1997) considera a folha recém-desenvolvida e do presente trabalho foi coletado a parte aérea. Assim, era esperado que a coleta de folhas da parte nova da planta tenha maior teor de nutrientes considerados móveis como P, K e Mg e menor de imóveis como o Ca.

As omissões dos macronutrientes, especialmente do N, P, K e Ca causaram prejuízos no desenvolvimento da beterraba, diminuindo a altura, o número de folhas e a matéria seca (parte aérea e raiz), pois afetou a nutrição da hortaliça que refletiram em alterações morfológicas, traduzidas como sintomas característicos de deficiência nutricional de cada elemento.

## AGRADECIMENTOS

À Cláudia Campos Della Marta, técnica do Laboratório de Nutrição de Plantas, da UNESP-Jaboticabal.

## REFERÊNCIAS

- BATAGLIA OC; FURLANI AMC; TEIXEIRA JPF; FURLANI PR; GALLO JR. 1983. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 48p.
- CAMARGO FILHO WP; MAZZEI AR. 2002. Mercado de beterraba em São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo 32: 54-56.
- EPSTEIN E. 1975. *Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas*. São Paulo: Universidade de São Paulo. 341p.
- FERREIRA MD; TIVELLI SW 1990. *Cultura da beterraba: recomendações gerais*. Guaxupé: COOXUPÉ. 14p.
- FILGUEIRA FAR. 1982. *Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo: Ceres 357p.
- FILGUEIRA FAR. 1993. Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no Centro-Sul. In: FERREIRA ME; CASTELLANE PD; CRUZ MC. (eds.). *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: ABPPF. p.401-428.
- FILGUEIRA FAR. 2000. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. 401p.
- HOAGLAND DR; ARNON DI. 1950. *The water culture method for growing plants without soils*. Berkeley: California Agricultural Experimental Station. 347p.
- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS. 319p.
- MARSCHNER, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. New York: Academic Press. 889p.
- MENGEL K; KIRKBY EA. 1987. *Principles of plant nutrition*. Bern, International Potash Institute. 687p.
- PERRENOUD S. 1993. *Potato: fertilizers for yield and quality*. Bern: International Potash Institute. 53p.
- SAEG. 2000. *Sistema para análise estatística, versão 8.0*. Viçosa-MG: Fundação Arthur Bernardes.
- SOUZA BS; GRANGEIRO LC; NEGREIROS MZ; BEZERRA NETO F; AZEVÊDO PE; OLIVEIRA SL; SERAFIM ECS; MEDEIROS MA. 2006. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46. *Resumos...* Campo Grande: SOB (CD ROM).
- TRANI PE; RAIJ B. 1997. Hortaliças. In: RAIJ B; CANTARELLA H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC (eds) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC. p. 157-163.
- WESTERMANN DT; TINDALL TA; JAMES DW; HURST RL. 1994. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity. *American Potato Journal* 71: 417-432.