

Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas.

Jerônimo L. Andriolo; Jorge V. Bonini¹; Moisés P. Boemo²

UFSM-CCR-Depto. de Fitotecnia, 97.105-900, Santa Maria-RS. E-mail: andriolo@creta.ccr.ufsm.br.

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de cinco soluções nutritivas sobre o crescimento da planta e rendimento de frutos do morangueiro, cv. Dover, cultivado em substrato e com fertirrigação. Os experimentos foram feitos no Departamento de Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, RS, nos anos de 1998 e 1999, no interior de um túnel alto de polietileno. As plantas foram cultivadas em sacolas plásticas contendo 3,5 L de substrato por planta, na densidade de 6,6 plantas/m². A dose de referência, em g/planta/semana, foi de 0,235 de KNO₃; 0,365 de Ca(NO₃)₂; 0,167 de MgSO₄; 0,087 de superfosfato simples, complementada por 0,008 mL de ferro quelatizado (5% Fe) e 0,038 mL de uma solução contendo os demais micronutrientes. Em 1998, o tratamento inferior (T1) foi igual à dose de referência, enquanto T2 e T3 corresponderam às quantidades de T1 multiplicadas por dois e três, respectivamente. Em 1999, a dose inferior (T4) foi igual ao tratamento T3 do ano anterior, enquanto T5 e T6 corresponderam às quantidades de T3 multiplicadas por 1,50 e 2,25, respectivamente. Cada um dos três tratamentos foi aplicado via da fertirrigação, em intervalos regulares de uma semana, a uma fileira distinta com 60 plantas. No período entre a oitava e a vigésima semana após o transplante, foi determinada a acumulação de matéria seca da parte aérea da planta, em intervalos de 21 dias, e a matéria fresca acumulada de frutos colhidos maduros, nos dois experimentos. Os resultados indicaram as quantidades, em g/planta, de 1,06 de KNO₃; 1,64 de Ca(NO₃)₂; 0,75 de MgSO₄; 0,40 de superfosfato simples, complementada por 0,036 mL de ferro quelatizado (5% Fe) e 0,17 mL da solução contendo os demais micronutrientes, como a dose semanal a ser empregada para atingir o rendimento máximo de frutos do morangueiro cultivado em substrato.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, crescimento, rendimento, fertirrigação.

ABSTRACT

Dry matter accumulation and fruit yield of strawberry plants grown on substrate under different nutrient solutions supply.

The effect of five nutrient solutions was evaluated on growth and fruit yield of strawberry plants, cv. Dover, grown in a substrate with fertigation. Experiments were carried out in Santa Maria, Brazil, during 1988 and 1999, in a polyethylene tunnel. Plants were cultivated in bags filled with 3.5 L of a commercial substrate mixture, in a plant density of 6.6 plants/m². The reference doses for the different nutrients, in g/plant/week, was 0.235 KNO₃; 0.365 Ca(NO₃)₂; 0.167 MgSO₄; 0.087 superphosphate (20% P₂O₅), complemented with 0.008 mL of an iron chelate (5% Fe) and 0.038 mL of a mixture with remaining micronutrients. In 1998, the low treatment (T1) was the reference dose, and the amount of nutrients in T2 and T3 were multiplied by a factor of two and three respectively. In 1999, the low doses (T4) corresponded to the amount of nutrients used in the T3 treatment in 1998, and the quantities of nutrients used in T5 and T6 were multiplied by a factor of 1.50 and 2.25, respectively. Nutrient solutions were supplied by fertigation at weekly intervals in separated rows, with 60 plants each. In the period between the 8th and the 20th week after transplanting, the accumulation of plant dry matter in above ground portion was determined at 21-day intervals. Ripe fruits were harvested and accumulated fruit fresh weight was recorded. Maximum fruit yield was obtained with 1.06 g KNO₃, 1.64 g Ca(NO₃)₂, 0.75 MgSO₄, 0.40 superphosphate (20% P₂O₅), 0.036 mL of iron chelate (5% Fe) and 0.17 mL of the micronutrient mixture per plant as weekly basis.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, growth, yield, fertigation.

(Aceito para publicação em 12 de novembro de 2001)

O cultivo do morangueiro (*Fragaria x ananassa*) é uma atividade econômica de importância em muitas regiões do Brasil, destacando-se os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul como os maiores produtores nacionais (Groppo *et al.*, 1997). Um dos problemas atuais de maior gravidade que afeta essa cultura é a alta incidência de mo-

léstias, tanto da parte aérea como do sistema radicular. Aquelas que atacam o sistema radicular são responsáveis por elevada mortalidade de plantas nas lavouras, que é agravada pelo cultivo sucessivo durante vários anos na mesma área, geralmente em pequenas propriedades. A consequência final dessa situação é o baixo rendimento de frutos da

cultura, cuja produtividade média no Estado do Rio Grande do Sul se situa em torno de 500 gramas/planta, o que está muito abaixo do potencial de produção, superior a 700 gramas/planta em um único ciclo de produção (Hennion & Veschambre, 1997) A elevada incidência de moléstias da parte aérea da planta exige a aplicação freqüente de

¹ Bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do RS, FAPERGS, no ano de 1998.

² Bolsista de Iniciação Científica do Programa PIBIC-CNPq, no ano de 1999.

fungicidas para o seu controle. A observância dos períodos de carência dos agrotóxicos é difícil de ser realizada durante o período de produção de frutos, pois as colheitas são efetuadas em intervalos de poucos dias. Consequentemente, o consumo do morango pela população brasileira está aquém das potencialidades devido à falta de confiança do consumidor em relação aos teores residuais de agrotóxicos presentes nos frutos.

Uma das alternativas tecnológicas para evitar as moléstias radiculares e reduzir a incidência daquelas que atacam a parte aérea da planta é o cultivo em ambiente protegido e sobre substratos estéreis. Nesse sistema de cultivo, o fornecimento de água e nutrientes pode ser melhor ajustado às necessidades da planta, reduzindo-se as perdas por excessos. O potencial de inóculo das principais moléstias pode ser diminuído mediante a cobertura total do solo com filme de polietileno (mulching), combinada com a desinfestação sistemática dos materiais estruturais do ambiente protegido antes de cada ciclo de produção. Outra vantagem do método é a possibilidade de cultivar as plantas sobre estrados, a uma altura aproximada de um metro acima do nível do solo, facilitando as operações de manejo e de colheita dos frutos (FAO, 1990).

No cultivo em substratos, os nutrientes devem ser fornecidos às plantas através de uma solução nutritiva completa, via fertirrigação, obedecendo a uma determinada proporção entre os nutrientes que a compõem. Os resultados sobre a extração de nutrientes pela cultura do morangueiro encontrados na literatura consultada variam entre os autores (Branzanti, 1985; Ulrich *et al.*, 1992; Castellane, 1993; Hennion & Veschambre, 1997; Archbold & Mackown, 1995). Os dados existentes são valores totais obtidos durante o ciclo de produção de cultivares predeterminadas e relativos aos níveis de produtividade específicos. Resultados sobre a extração máxima de macronutrientes obtidos por Souza *et al.* (1976) e citados por Castellane (1993) apontam valores da ordem de 1,33; 0,23; 1,36; 0,73; 0,25 e 0,20 g/planta de N, P,

K, Ca, Mg e S para a cultivar de morangueiro Monte Alegre e de 1,61; 0,36; 1,87; 0,73; 0,30 e 0,21 g/planta, para a cultivar Campinas. Para a cultivar Gariguette, na França, Hennion & Veschambre (1997) citam valores de 3,0; 0,80; 3,66; 1,25 e 0,54 g/planta para o N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Quando o cultivo é realizado fora do solo, a nutrição mineral deve ser planejada de forma a ajustar a oferta de nutrientes de acordo com a demanda da planta no decorrer do seu ciclo de produção, através de modelos que levem em conta a acumulação de matéria seca pela cultura (Justes *et al.*, 1995; Le Bot *et al.*, 1998).

O presente trabalho teve por objetivo comparar o efeito de diferentes soluções nutritivas sobre o crescimento e o rendimento de frutos do morangueiro cultivado em substrato e inferir sobre a dosagem semanal a ser empregada para maximizar o rendimento de frutos dessa cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Santa Maria (RS) em 1998 e 1999, no interior de um túnel semicircular de polietileno (5 m de largura e 20 m de comprimento), com o morangueiro Dover. As mudas foram implantadas em sacolas de polietileno, contendo 3,5 L do substrato comercial Plantmax Folhosas, arranjadas no interior do túnel em dez fileiras, com 60 plantas em cada fileira, em uma distância de 0,50 m entre fileiras e 0,30 m entre as sacolas.

Os tratamentos consistiram de cinco soluções nutritivas, com base em uma solução de referência (T1), obtida a partir daquela recomendada para a cultura do tomateiro por Jeannequin (1987), a qual foi transformada em quantidades semanais de nutrientes fornecidos através da fertirrigação (Andriolo *et al.*, 1997; Andriolo & Poerschke, 1997). As quantidades previstas para o tomateiro foram ajustadas para o morangueiro através de uma relação de proporcionalidade entre a matéria seca total das plantas das duas culturas no estágio adulto. As quantidades de fertilizantes aplicadas pela solução de referência foram, em g/planta: 0,235 de

KNO₃; 0,365 de Ca(NO₃)₂; 0,167 de MgSO₄; 0,087 de superfosfato simples, complementadas por 0,008 mL de ferro quelatizado (5% Fe) e 0,038 mL de uma solução contendo os demais micronutrientes, em mmol/L⁻¹: 0,4 de (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O; 243 de H₃BO₃; 10 de CuSO₄·5H₂O; 90 de MnSO₄·4H₂O e 35 de ZnSO₄·7H₂O (Jeannequin, 1987). As outras soluções foram fixadas em doses múltiplas da solução de referência, mantendo-se inalteradas as proporções entre os nutrientes. No ano de 1998, as quantidades de nutrientes nos tratamentos T2 e T3 corresponderam às quantidades de T₁ multiplicadas por dois e três, respectivamente. No ano de 1999, também foram comparadas três doses, sendo a menor (T4) igual àquela do tratamento T3 do ano anterior, enquanto os tratamentos T5 e T6 corresponderam às quantidades de T3 multiplicadas por 1,50 e 2,25, respectivamente. Para efetuar a aplicação dessas doses, as respectivas quantidades de fertilizantes previstas para cada planta foram dissolvidas em um volume equivalente a um litro de água por planta. Para fins de arranjo experimental, nos dois anos foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições.

Sobre cada sacola foi instalada uma mangueira de irrigação por gotejamento, com apenas um gotejador em cada sacola. O volume de água retido pelo substrato em cada sacola na capacidade máxima de retenção foi de 1,98 L, medido antes de iniciar os experimentos. Essa característica física foi determinada pela diferença entre a massa úmida e seca de cinco amostras de material com volume seco igual a um litro. Para determinar a massa úmida, o material foi previamente hidratado até a saturação e deixado em drenagem livre por um período de 12 horas, à sombra (Andriolo & Poerschke, 1997). As mudas foram transplantadas para as sacolas nos dias 22 e 26 do mês de abril, respectivamente, em 1998 e 1999. Até o final dos experimentos, uma dose de cada uma das soluções nutritivas foi fornecida às plantas em intervalos regulares de uma semana, pela fertirrigação. As irrigações foram feitas sempre que necessárias para repor os volumes perdidos pela transpiração.

Quatro plantas competitivas dentro de cada fileira foram coletadas em intervalos regulares de 21 dias, entre a oitava e a vigésima semana após o transplante, totalizando cinco coletas. A matéria seca das folhas, dos caules (incluindo pecíolos, pedúnculos e rizomas) e dos frutos foi determinada após secagem em estufa de circulação de ar forçado, na temperatura de 60°C, até massa constante. Em cada fileira, foram selecionados na oitava semana, quatro grupos de cinco plantas, empregadas para determinar a produção de matéria fresca de frutos colhidos maduros duas vezes por semana ao longo do período experimental. Os resultados referentes à última coleta de matéria seca das plantas e de produção de matéria fresca de frutos foram submetidos à análise da variância e as médias em cada experimento testadas pelo teste de Duncan, até 5% de probabilidade.

Durante o período de duração de cada um dos experimentos, o manejo do ambiente do túnel foi efetuado apenas por ventilação natural, mediante o soerguimento diário de cada uma das extremidades laterais do filme de polietileno em aproximadamente um metro, entre as 9:00 h e 15:00 h. Foram feitas aplicações semanais de fungicidas para o controle preventivo das moléstias da parte aérea das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acumulação de matéria seca nas folhas, caule e frutos no ano de 1998 foi crescente entre a oitava e a décima sétima após o transplante, para os três compartimentos citados (Figura 1). Da décima semana até o final do período, o caule mostrou estagnação do crescimento nas duas doses inferiores (Tabela 1). As quantidades de matéria seca medidas nas plantas que receberam a dose T3 diferiram significativamente das demais na última coleta efetuada. A maior resposta aos nutrientes foi observada nas folhas, com incremento de matéria seca de 34% quando a dose passou de T2 para T3. No mesmo período e tratamentos, o incremento observado no caule foi de 22% e nos frutos de 20%. A dinâmica do crescimento medido no ano de 1999 foi distinta, com redução do

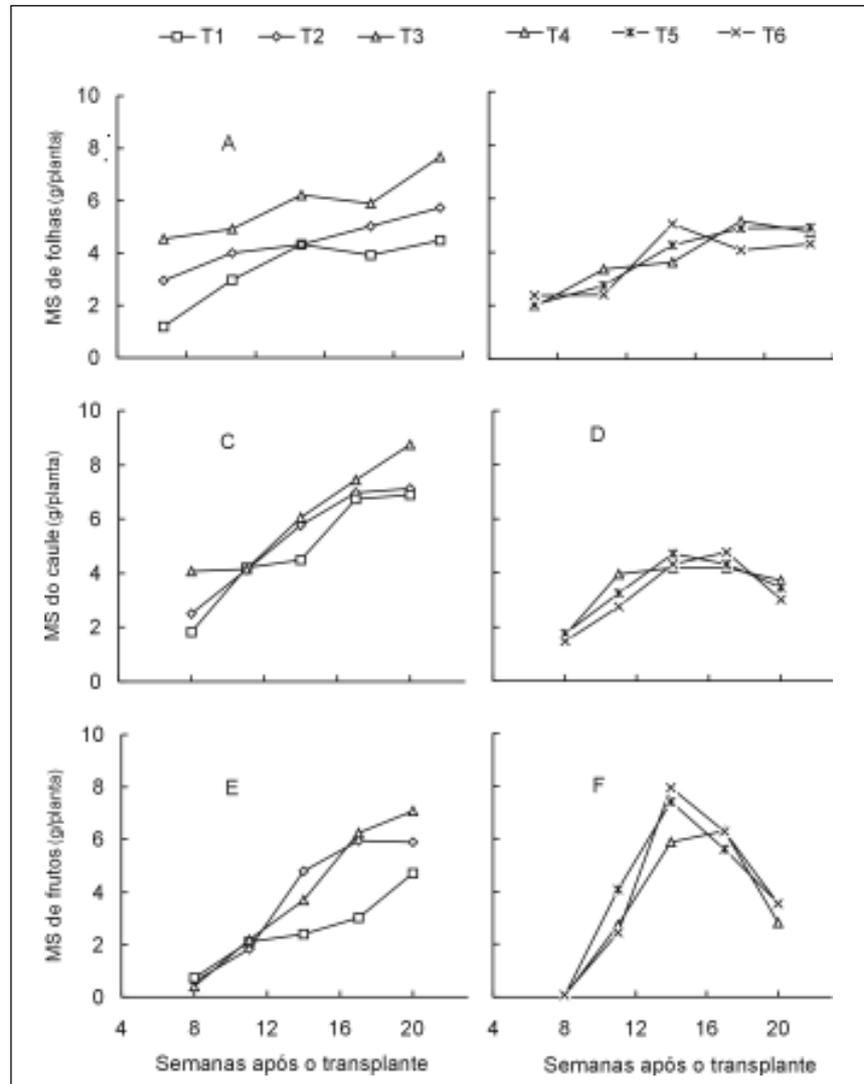


Figura 1. Matéria seca de folhas (A,B), caule (C,D) e frutos (E,F) de plantas de morangueiro, cv. Dover, cultivadas em substrato com diferentes soluções nutritivas, nos anos de 1998 (A, C, E) e 1999 (B, D, F). Santa Maria, UFSM, 1998/99.

crescimento do caule e principalmente dos frutos, após a décima quarta semana do transplante (Figura 1). As três soluções nutritivas fornecidas nesse ano não induziram efeito significativo sobre a acumulação de matéria seca de folhas, considerando-se a última coleta realizada como sendo a mais representativa das cinco que foram efetuadas (Tabela 1). Efeito negativo sobre a acumulação de matéria seca foi observado no caule, onde T6 apresentou média significativamente inferior às demais. Quanto aos frutos, tanto a matéria seca como fresca não apresentaram diferenças significativas entre as médias dos tratamentos T5 e T6.

Em lavouras de morangueiro conduzidas no solo e ambiente protegi-

do na costa do Mediterrâneo, Hennion & Veschambre (1997) recomendam doses de N entre aproximadamente 2 e 3 g/planta/semana, obedecendo uma proporção em torno de 1,0; 0,25 e 1,82, para o N, P e K, respectivamente. Os resultados atuais indicaram doses menores para uso no cultivo em substrato, entre 0,337 e 0,505 g/planta/semana de nitrogênio. Uma das razões desses baixos valores pode ser devido ao controle rigoroso da irrigação que foi efetuado na condução dos experimentos, reduzindo ao máximo as perdas de nutrientes pela drenagem. Quando o manejo da irrigação das lavouras for efetuado de forma empírica, essas doses devem portanto ser corrigidas de acordo com os volumes

Tabela 1. Matéria seca (MS) de folhas, caule e frutos na última coleta efetuada na vigésima semana após o transplante e matéria fresca (MF) total de frutos do morangueiro, cv. Dover, cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. Santa Maria, UFSM, 1998/99.

Tratamentos ^{1/}	MS (g/planta)				MF de frutos (g/planta)
	Folhas	Caule	Frutos	Total	
1998					
T1	4,49 c	6,90 b	4,73 c	16,11 c	427,80 c
T2	5,74 b	7,10 b	5,90 b	18,75 b	549,40 b
T3	7,69a	8,70a	7,06a	23,45a	589,60a
CV%	7,50	8,50	4,00	8,55	9,40
1999					
T4	4,70a	3,72a	2,81 b	11,23a	595,50 b
T5	4,90a	3,42a	3,54a	11,86a	701,90a
T6	4,30a	2,93 b	3,55a	10,78a	674,40a
CV%	12,40	6,60	11,90	10,70	11,90

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

^{1/}T1 = g/planta: 0,235 de KNO₃; 0,365 de Ca(NO₃)₂; 0,167 de MgSO₄; 0,087 de superfosfato simples, 0,008mL de ferro quelatizado (5% Fe) e 0,038mL de solução de micronutrientes; T2 e T3 = T1 multiplicada por dois e três, respectivamente; T4 = T3; T5 e T6 = T4 multiplicada por 1,50 e 2,25, respectivamente.

drenados, ou mediante o monitoramento sistemático da eletrocondutividade da solução drenada, como preconizado para a cultura do tomateiro (Andriolo & Poerschke, 1997).

O aumento porcentual na acumulação de matéria seca entre as plantas que receberam as doses T1 e T3 no ano de 1998, foi de aproximadamente 71% para as folhas, 26% para o caule e 49% para os frutos (Tabela 1), indicando que não houve competição entre a parte vegetativa da planta e os frutos. Essa observação evidencia um comportamento peculiar do morangueiro, pois em culturas de hábito de crescimento indeterminado que produzem frutos, o crescimento deles exerce efeito inibidor sobre o crescimento da parte vegetativa (Marcellis, 1995; Heuvelink, 1996; Andriolo *et al.*, 1998). No ano de 1999, a diferença porcentual na quantidade de matéria seca entre as doses T4 e T6 foi de aproximadamente -8,5% para as folhas, -21% para o caule e 26% para os frutos, sugerindo que houve competição entre os órgãos da parte aérea, em detrimento principalmente do caule. Esse resultado pode estar relacionado com maior incidência da mancha de micoserela que ocorreu nesse ano, afetando a produção de assimilados pela cultura.

Os resultados obtidos sugerem a solução nutritiva referente ao tratamento T5 como a dose semanal de nutrientes a

ser empregada na fertirrigação do morangueiro cultivado em substrato, com as seguintes quantidades, em g/planta: 1,06 de KNO₃; 1,64 de Ca(NO₃)₂; 0,75 de MgSO₄; 0,40 de superfosfato simples, complementada por 0,036 mL de ferro quelatizado (5% Fe) e 0,17 mL da solução contendo os demais micronutrientes. Deve-se, porém, ressaltar, que o uso dessa fórmula na produção comercial do morangueiro deve passar por pequenos ajustes com base em características locais, levando em conta o material vegetal, o substrato empregado, o manejo da irrigação e também a relação custo/benefício.

LITERATURA CITADA

ANDRIOLO, J.L.; POERSCHKE, P.L. *Cultivo do tomateiro em substratos*. Santa Maria: UFSM-Centro de Ciências Rurais, 1997. 12 p. (Informe Técnico, 2).

ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 28-32, 1997.

ANDRIOLO, J.L.; STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; LUDKE, L.; DUARTE, T.S. Growth, development and dry matter distribution of a tomato crop as affected by environment. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, v. 73, p. 125-130, 1998.

ARCHBOLD, D.D.; MACKOWN, C.T. Seasonal and cropping effects on total and fertilizer nitrogen use in June-bearing and Day-neutral strawberries. *Journal of American Society for Horticultural Science*, v. 120, n. 3, p. 403-108, 1995.

BRANZANTI, E.C. *La fragola*. 1 ed. Bologna: EDAGRICOLE, 1985. 386 p.

CASTELLANE, P.D. Nutrição e adubação do morangueiro. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (ed.). *Nutrição e adubação de hortaliças*. São Paulo: Potafos, 1993. p. 361-279.

FAO. *Soilless culture for horticultural crop production*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990. 188 p. (FAO Plant Production and Protection Paper, 101).

GROPPO, G.A.; TESSAROLI NETO, J.; BLANCO, S.G. *A cultura do morangueiro*. São Paulo: CATI-Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1997. 27 p. (Boletim Técnico, 201).

HENNION, B.; VESCHAMBRE, D. *La fraise: maîtrise de la production*. Paris: CTFIL, 1997. 299 p.

HEUVELINK, E. *Tomato growth and yield: quantitative analysis and synthesis*. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1996. 326 p. (Dissertation).

JEANNEQUIN, B. Conduite de la fertilisation des cultures hors sol en maraîchage. *PHM Revue Horticole*, v. 275, p. 19-28, 1987.

JUSTES, E.; MARY, B.; MEYNARD, J.-M.; MACHET, J.-M.; THELIER-HUCHES, L. Determination of a critical nitrogen curve for winter wheat crops. *Annals of Botany*, v.74, p.397-407, 1995.

LE BOT, J.; ADAMOWICZ, S.; ROBIN, P. Modelling plant nutrition of horticultural crops: a review. *Scientia Horticulturae*, v. 74, p. 47-82, 1998.

Marcelis, L.F.M.; De Konning, A.N.M. Biomass partitioning in plants. In: Baker, J.C.; Bot, G.P.A., Challa, H.; Van de Braak, N.J. ed. *Greenhouse climate control. An integrated approach*. Wageningen: Wageningen Press, 1995. p. 84-92.

ULRICH, A.; MOSTAFA, M.A.E.; ALLEN, W.W. *Strawberry deficiency symptoms: a visual and plant analysis guide to fertilization*. Oakland: University of California, 1992. 58 p. (Bulletin, 1917).