

## **SALINIDADE E MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO. II: EFEITOS SOBRE O RENDIMENTO DO MELOEIRO.**

**Nildo da Silva Dias<sup>1</sup>; Sergio Nascimento Duarte<sup>2</sup>; José Francismar de Medeiros<sup>1</sup>; José Francisco Teles Filho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural do Sem-Árido, Mossoró, RN, nildo@ufersa.edu.br

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP

### **1 RESUMO**

Devido à falta de conhecimento por parte dos nossos agricultores e técnicos a respeito do manejo adequado da fertirrigação, tem sido freqüente os problemas de salinização de solo, sobretudo em ambiente protegido. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de dois manejos da fertirrigação e de diferentes níveis de salinidade iniciais do solo causados pela aplicação excessiva de fertilizantes no rendimento do meloeiro (*Cucumis melo* L.). O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, localizado no município de Piracicaba, SP. Os tratamentos foram compostos da combinação dos fatores: salinidade inicial do solo aos níveis 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> e dos manejos de fertirrigação tradicional e com controle da condutividade elétrica da solução do solo. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizados completos com 4 repetições, sendo os fatores estudados arrançados em esquema fatorial de 6 x 2. Determinou-se o limite máximo da salinidade (salinidade limiar) tolerada pela cultura, causada pelo excesso de sais fertilizantes e seus efeitos sobre as variáveis rendimento total e comercial de frutos por planta e nos componentes de produção (Peso médio de frutos comerciais e totais). Pelos resultados, o rendimento total e comercial e o peso médio dos frutos foram significativamente reduzidos com o aumento da salinidade do solo, mas o manejo da fertirrigação não influenciou significativamente sobre as variáveis estudadas.

**UNITERMOS:** *Cucumis melo* L., solução do solo, condutividade elétrica.

**DIAS, N.S, DUARTE, S.N; MEDEIROS, J.F.; TELES FILHO, J.F. SALINITY AND FERTIGATION MANAGEMENT IN GREENHOUSES. II: EFFECTS ON FRUIT YIELD OF MELON**

### **2 ABSTRACT**

Due to the lack of knowledge of the appropriate fertigation management in greenhouses by our farmers and technicians, problems of soil salinization have been frequently observed. The objective of the present work was to study the effects of different initial soil salinity levels caused by fertilizer application, with differentiated fertigation management, on yield of melon plants (*Cucumis melo* L.). The experiment was carried out under greenhouse

conditions, in the Department of Rural Engineering of “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”-USP, Piracicaba, Brazil. The treatments consisted of a combination of factors, initial soil salinity levels of 1.0, 2.0 3.0 4.0, 5.0 and 6.0 dS m<sup>-1</sup> and fertigation management (traditional and with soil solution electric conductivity monitoring). The statistical test was carried out in randomized blocks, arranged in a 6x2 factorial design, and four replications. Soil salinity maximum limit for that culture, caused by fertilizer excess, was determined and its effects on fruit yield parameters and total and marketable yields. Results showed that both total and marketable fruit yields and total weight per fruit were significantly reduced as soil salinity increased, but fertigation management did not significantly affected this yield parameters.

**KEYWORDS:** *Cucumis melo L.*, soil solution, electric conductivity.

### 3 INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças em ambiente protegidas é a forma de produção mais utilizada em países desenvolvidos, sendo o tomate, o pimentão, a alface e o pepino as espécies mais cultivadas nestas condições. Várias são as finalidades deste tipo de cultivo, dentre as quais destacam-se a redução do efeito negativo das baixas temperaturas, geadas, vento, granizo, excesso de chuva, a possibilidade de diminuição de ciclo de produção, redução das perdas de água, entre outras.

O cultivo do melão em ambiente protegido está em ascensão no Noroeste do Estado de São Paulo, principalmente as variedades *reticulatum*, em função do seu melhor paladar, em relação às demais. Outra vantagem é que os frutos chegam ao mercado paulista com preços cinco vezes maiores aos dos frutos das variedades produzidos no Nordeste. Entretanto, estes melões têm baixa vida útil pós-colheita e menor resistência ao transporte, comparados aos dos melões amarelo (Sousa et al., 1999). Apesar disso, seu valor agregado superior ao melão amarelo e a possibilidade de cultivos em pequenas áreas justificam seu cultivo próximo aos centros consumidores.

O uso de fertilizantes em excesso via água de irrigação em cultivos de olerícolas sob condições protegida, eleva os níveis de salinidade do solo, ao ponto de superar os limites de tolerância pela maioria das culturas, refletindo-se na diminuição do rendimento. Desta forma, a prática da fertirrigação, embora contribua de maneira significativa para o aumento da produtividade, em determinadas situações, sobretudo em ambientes protegidos, pode também resultar no acúmulo do teor salino no solo. O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água às plantas, além exercer efeitos tóxicos de íons específicos sobre os processos fisiológicos e metabólicos das plantas e comprometer o rendimento e a qualidade da produção.

Apesar dos solos afetados por sais interferirem negativamente sobre o crescimento e a produção das plantas, estes podem ser explorados economicamente, desde que se adote um manejo adequado do sistema solo-água-planta (Rhoades et al.,1992). Neste sentido, sob condições protegidas, o monitoramento da concentração de íons na solução do solo nos quais a salinidade apresenta valores inferiores ao máximo tolerado pela cultura e superiores ao mínimo necessário para sua nutrição torna-se uma opção ideal, por ser mais econômica e menos agressiva ao meio ambiente, sendo capaz de controlar os efeitos da salinização (Silva, 2002).

Shannon & François (1978) citam que o melão tem um valor de salinidade limiar expresso em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação ( $CE_{es}$ ) de  $2,2 \text{ dS m}^{-1}$  e perda de rendimento relativo por aumento unitário da salinidade limiar de 5,9 %, sendo classificada como uma cultura moderadamente tolerante (Ayers & Westcot, 1999). Este limite de tolerância registrado na literatura refere-se a níveis de salinidade ocasionados pelo uso de água de qualidade inferior, porém a salinização ocasionada por excesso de fertilizantes não apresenta o mesmo comportamento, devido ao fato do pequeno incremento de fertilizantes no solo acarretar em um consumo de luxo de nutrientes pela cultura e conseqüente aumento de produtividade. Entretanto, a partir de certo nível, o potencial osmótico e os desequilíbrios nutricionais poderiam vir a reduzir os rendimentos relativos.

A fertirrigação no Brasil é uma atividade consolidada em diversas regiões do Brasil e envolve um grande número de espécies. Apesar da sua viabilidade, seu principal problema está associado ao uso pouco eficiente dessa técnica. A sua rápida adoção se antecipando à investigação, induziu ao surgimento de vários problemas, implicado em prejuízos de produtividade e da qualidade da produção (Villas Bôas et al., 2001).

Os desequilíbrios nutricionais provocados por excesso de nutrientes absorvidos pelas plantas e pela interferência inerente ao complexo de troca catiônica do sistema solo, exigem que o monitoramento periódico da salinidade e de alguns nutrientes na solução do solo mediante auxílio de extratores de solução e de teste rápidos (Silva, 2002). O uso destes extratores contribui para a melhoria do manejo da fertirrigação, uma vez que diminui a ação de problemas causados por desequilíbrios nutricionais e impede a salinização dos solos. Segundo Burgueño (1996), citado por Silva (2002), ao se estabelecer o monitoramento periódico, a aplicação de fertilizantes pode ser controlada de forma a manter a concentração da solução do solo variando numa faixa de CE considerada adequada para a cultura, não sendo, portanto, necessário se aplicar lâminas de lavagem de manutenção, o que evita desperdícios com água, energia e fertilizantes.

O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinização inicial do solo e do manejo da fertirrigação com auxílio de extratores de solução do solo sobre o rendimento do meloeiro cultivado em ambiente protegido.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em estufas plásticas do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” -USP, no município de Piracicaba-SP, situado nas coordenadas geográficas de  $22^{\circ} 42'$  de latitude sul e  $47^{\circ} 38'$  de longitude oeste, a uma altitude de 540 m.

Os tratamentos resultaram da combinação dos fatores: salinidade inicial do solo aos valores de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0  $\text{dS m}^{-1}$  e do manejo de fertirrigação tradicional e com controle da concentração iônica da solução do solo. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados esquema fatorial  $6 \times 2$  com quatro repetições, totalizando 48 parcelas.

As parcelas com áreas de  $2,0 \text{ m}^2$  ( $1,00 \times 2,00 \text{ m}$ ) eram compostas por uma única fileira de plantas espaçadas das demais parcelas de 2,00 m, com 0,30 m entre plantas, totalizando sete plantas por fileira, das quais, apenas as cinco plantas centrais foram consideradas úteis. Os tratamentos foram isolados entre si, utilizando-se divisões subterrâneas, com 0,40 m de profundidade, constituídas de filme de polietileno, para evitar possíveis contaminações entre os tratamentos.

A salinização inicial se deu por meio da aplicação de fertilizantes, sais específicos diluídos, segundo a metodologia proposta por Dias et al. (2003). Testou-se uma nova forma de manejo da fertirrigação segundo a qual a fertirrigação só era realizada quando a condutividade elétrica na solução do solo estava em média 20 % abaixo dos níveis iniciais de salinização do solo para cada tratamento, sendo cessada quando a condutividade atingia, em média, 20 % acima dos mesmos níveis iniciais. Desta forma a concentração iônica total na solução do solo foi que controlou o manejo da fertirrigação. Quando não era necessário aplicar fertilizantes, o evento de irrigação era realizado utilizando-se apenas água.

Os diferentes níveis de salinidade inicial do solo visam simular diversos estágios de salinização do solo em ambientes protegidos, possivelmente encontrados quando detectado o problema por parte dos agricultores. Os manejos de fertirrigação estudados: o tradicional, preestabelecido com base na marcha de absorção de nutrientes pela cultura ( $M_1$ ) e o corretivo, com base na concentração de íons na solução do solo ( $M_2$ ), têm por objetivo avaliar o comportamento da disponibilidade e de concentrações tóxicas de nutrientes, bem como do processo de salinização do solo, possibilitando comparar os resultados obtidos pela metodologia proposta ( $M_2$ ) com os obtidos na metodologia tradicional ( $M_1$ ).

O material de solo utilizado foi originado de um perfil classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa, proveniente do campus da ESALQ e denominado Série “Sertãozinho”, do qual retiraram-se amostras da camada de 0-20 cm para as análises química (Tabela 1) e físico-hídricas (Tabela 2), realizadas no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ.

A cultura utilizada foi o melão (*Cucumis melo* L.) do tipo reticulatos, cultivar Bônus II. O transplante das mudas foi realizado em fileira única, no centro de cada parcela, utilizando-se espaçamento de 0,30 m entre plantas, correspondendo ao espaçamento do gotejador, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm. O transplante das mudas foi feito na primeira semana de julho de 2003 e o ciclo de cultivo foi de 117 dias. O manejo de irrigação foi feito com base na umidade do solo, obtidos pela utilização de tensiômetros instalados a 0,20 e 0,40 m de profundidade e de curvas características de retenção de água no solo. Foi estabelecido uma frequência de irrigação fixa de 2 dias e utilizado a tensão no tensiômetro instalado a 20 cm lida para se definir a quantidade de água aplicada, suficiente para elevar a umidade do solo à capacidade de campo.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo

Camada	pH	MO	P	S	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	CTC	V	M
cm	(CaCl <sub>2</sub> )	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%	
0-20	4,3	7	2	4	1,1	9	4	3	14,1	44	18

**Tabela 2.** Características físico-hídricas do solo

Camada	CC	PMP	Dg	Frações granulométricas			Floculação	Textura
				Argila	Silte	Areia		
cm	--cm <sup>3</sup>	cm <sup>-3</sup>	kg dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>			%	
0-20	0,214	0,137	1,4	280	80	640	100	Franco-arenosa

A condução da cultura foi feita com espaldeiras verticais de 2 m de altura e com auxílio de fita de rafia, eliminando-se os excessos de brotações laterais até o 9º ramo, (entre 0,6m a 0,7m do colo da planta) por meios de podas, deixando os demais brotos com cinco folhas. Na poda, utilizou-se tesoura apropriada para cortes em hastes tenras, com posterior tratamento

fitossanitário, evitando a entrada de patógenos pelos ferimentos. Os frutos foram acondicionados em cestas plásticas (enredados), presos à linha de arame, para ajudar a sustentação nas plantas e conferir melhor qualidade de casca, permitindo bom desenvolvimento dos frutos selecionados (raleio) ao longo do ciclo da cultura. Após o raleio foram deixado 2 frutos por planta.

Para as análises de produção e os componentes de produção, foram utilizados todos os frutos da área útil da parcela. As características avaliadas foram rendimento total de frutos por planta ( $\text{g planta}^{-1}$ ), rendimento comercial por planta ( $\text{g planta}^{-1}$ ) e pesos médios de frutos comercial e total.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resumo da análise da variância (Tabela 3) constata-se efeitos significativos isolados dos níveis de salinidade sobre os rendimentos total e comercial do meloeiro e, ainda sobre o peso médio total de frutos. Por outro lado, não foram registradas interferências significativas do manejo da irrigação e da interação dos fatores sobre as componentes da produção avaliadas.

O máximo rendimento total e comercial obtido foi de 987,87 e 490,62  $\text{g planta}^{-1}$ , respectivamente. Considerando-se densidade populacional de 30.303 plantas por hectare, pode-se quantificar um rendimento médio comercial de aproximadamente de 14,86  $\text{Mg ha}^{-1}$ , inferior ao verificado por Cardoso (2002) que obteve produtividade comercial média de 57,21  $\text{Mg ha}^{-1}$ , também em Piracicaba utilizando o mesmo híbrido de melão em ambiente protegido. O baixo rendimento da cultura pode ter sido em função das condições climáticas que, em geral, foi considerada imprópria para o cultivo do melão (temperatura e radiação muito baixas).

Pinto (1997) trabalhando com o melão valenciano Amarelo em ambiente protegido, no mesmo município, obteve rendimentos de aproximadamente 28,7  $\text{Mg ha}^{-1}$  e 38,6  $\text{Mg ha}^{-1}$ , respectivamente, e sugeriu que a menor produção em ambiente protegido estava associada com ocorrência de frentes frias durante os períodos de florescimento e frutificação.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância, estatística F, para o rendimento total, rendimento comercial, peso médio de fruto total e peso médio de fruto comercial em função dos níveis de salinidade e manejo da fertirrigação

Fator	Rendimento ( $\text{g planta}^{-1}$ )		Peso médio de frutos ( $\text{g fruto}^{-1}$ )	
	Total	Comercial	Total	Comercial
<b>- Salinidade (S)</b>	5,59**	3,52*	2,17 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>
Linear	26,41**	15,25**	8,20**	3,50 <sup>ns</sup>
Quadrático	0,168 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,028 <sup>ns</sup>
<b>- Manejo (M)</b>	1,26 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>
<b>S x M</b>	1,57 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
<b>Qm resíduo</b>	26073	33043	3462	48673

Médias

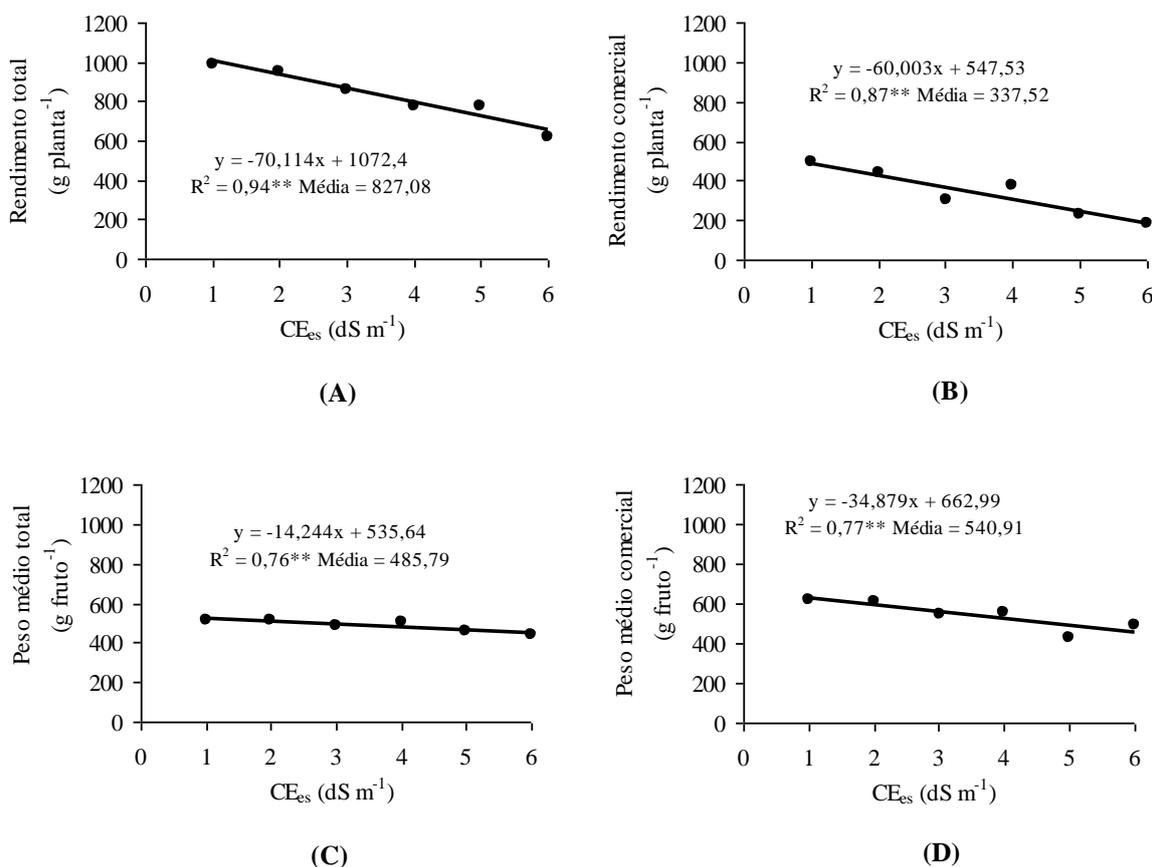
<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

\*\*Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F.

Quantitativamente, verifica-se que o aumento da salinidade inicial do solo inibiu o rendimento e o peso médio dos frutos (Figura 1). O incremento unitário da salinidade inicial do solo reduziu em 70 e 60 g planta<sup>-1</sup> o rendimento total (Figura 1A) e comercial (Figura 1B) e em 14,2 e 34,9 g fruto<sup>-1</sup> o peso médio total (Figura 1C) e comercial (Figura 1D), respectivamente. Estes declínios expressam perdas relativas de 34,8%, 61,30% , 13,66% e 27,76 % de S<sub>1</sub> e S<sub>6</sub> induzida ao solo.

Altas concentrações de sais diminuem o potencial osmótico na solução do solo, reduzem a disponibilidade de água às plantas, provocando perdas à medida que a concentração salina aumenta (Maas & Hoffman, 1977). De acordo com Medeiros (1998) a redução no rendimento total dos frutos com o aumento da salinidade é avaliada pelo efeito dos tratamentos nos componentes de produção e no índice de falha do stand. No presente trabalho não foi observadas falhas no stand populacional dos tratamentos de níveis mais salinos e, portanto, a redução do rendimento de frutos deveu-se principalmente a diminuição do peso médio dos mesmos. Estes resultados corroboram com os encontrados por Shannon & Francois (1978) e Mendlinger (1994), os quais relataram que a salinidade diminui o rendimento principalmente devido a redução do peso médio do fruto.



**Figura 1.** Diagrama de dispersão e equação de ajuste entre o rendimento total (A), rendimento comercial (B), peso médio de frutos total (C) e peso médio de fruto comercial (C) em função dos níveis de salinidade inicial do solo

## 6 CONCLUSÕES

O aumento da salinidade do solo prejudicam o rendimento e o peso médio do meloeiro. O manejo da fertirrigação não interferiu na ação da salinidade às plantas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade de água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 158 p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).

CARDOSO, S. da S. **Doses de CO<sub>2</sub> e de potássio aplicadas através da irrigação no meloeiro rendilhado (*Cucumis melon* L.) cultivado em ambiente protegido**. 2002. 101 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

DIAS, N.S, et al. Ajuste de curvas artificiais de salinização do solo por aplicação excessiva de fertilizantes. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FERTIRRIGAÇÃO – CONBRAFERTEI**, 1., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2003. (CD rom).

MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance - current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v.103, n IR2, p.115-134. 1977.

MEDEIROS, J.F de. **Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão**. 1998. 152 f. Tese (Doutorado em agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MENDLINGER, S. Effect of increasing plant density and salinity on yield and fruit quality in muskmelon. **Scientia Horticulture**. Alexandria, v.57, n.3, p.41-49, 1994.

PINTO, J.M. **Aplicação de dióxido de carbono via água de irrigação em meloeiro**. 1997. 82 f. Tese (Doutorado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RHOADES, J.D, et al. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133 p. (FAO. Irrigation and Drainagem Paper, 48).

SHANNON, M.C.; FRANÇOIS, L.E. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. **J. Amer. Soc. Hort.** v.103, p.127-130, 1978.

SILVA, E.F.F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. 136 f. Tese (Doutorado em agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUSA, V.F. de, et al. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.659-664, 1999.

VILLAS BÔAS, R.L., et al. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M.V., et al. (Ed.). **Fertirrigação**: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. v.2, p.71-103.