Níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de mudas de rúcula

Levels of fertirrigation on morphophysiological characteristics of rocket seedlings

Simone Cândido Ensinas[1*], Guilherme Augusto Biscaro[2], Aline Baptista Borelli[1], Kamila de Almeida Mônaco[1], Rosangela Juliana Rosa Marques[1], Yara Brito Chaim Jardim Rosa[1]

[1] Graduando em Agronomia Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados-MS, Rodovia Dourados-Itahum, km 12, e-mail: ensinas@hotmail.com

[2] Prof. Dr. Irrigação e Drenagem, Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, e-mail: guilhermebiscaro@ufgd.edu.br

Recebido: 02/11/2008 Aceito: 05/01/2008

Resumo. *Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da fertirrigação com a formulação 04-14-08 de NPK, nas características morfofisiológicas de mudas de rúcula (Euruca sativa Miller). O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), utilizando-se o fertilizante líquido da marca Murer®. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com seis doses do fertilizante líquido (0, 1,25; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 mL L^{-1}) diluído na água de irrigação, com quatro repetições, sendo avaliadas 10 plantas por parcela. Realizou-se uma única fertirrigação, aos 15 dias após a germinação (15 DAG). Foram determinadas características morfofisiológicas das plantas. Concluiu-se que a maior dose do fertilizante na água de irrigação proporcionou os maiores valores de comprimento da parte aérea, massa fresca e massa seca da parte aérea das plantas de rúcula*

Palavras-chave*: Eruca sativa Miller****,*** *nutrição de plantas, fertilizante líquido, NPK.*

Abstract. *The aim of this research was to evaluate the effect of fertirrigation with 04-14-08 (NPK) formula on morphophysiological characteristics of rocket (Euruca sativa Miller) seedlings. The experiment was carried out on Agrarian Science Faculty of the Federal University of Great Dourados (UFGD), in which the liquid fertilizer of Murer® mark was used. Used experimental design was randomized blocks with six doses of liquid fertilizer (0; 1.25; 2.5; 5.0; 10.0 and 20.0 mL L^{-1}) diluted in irrigation water, with four replications, in which 10 plants per plot were evaluated. Only one irrigation was done, on 15 days after germination (15 DAG). Morphophysiological characteristics of plants were determined. It was concluded that the highest dose of fertilizer in irrigation water promoted the highest values of length of aerial part, fresh and dried mass of aerial parts of rocket plants.*

Key-words*: Eruca sativa Miller, plant nutrition, liquid fertilizer, NPK.*

Introdução

A área explorada com hortaliças no Brasil é estimada em 800 mil hectares, com produção de aproximadamente 16 milhões de toneladas. Esta atividade gera 2,4 milhões de empregos diretos e renda superior a oito bilhões de reais (HORA *et al*., 2004). Segundo o que foi observado por Carmargo Filho & Mazzei (2001), no início desta década, na região Sudeste do Brasil produzia-se cerca de 60% das hortaliças, sendo que no estado de São Paulo a atividade gerava empregos a aproximadamente um milhão de pessoas.

Dentre as hortaliças folhosas, a alface é a mais plantada e a mais consumida pela população brasileira. Porém, desde o final da década de 90 a rúcula (*Eruca sativa* Miller), que é uma hortaliça folhosa herbácea de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, vem conquistando espaço no mercado. Na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo, CEAGESP, a quantidade de rúcula comercializada teve um crescimento de 78% de 1997 a 2003 (SILVA, 2004). Esse crescimento foi superior ao da alface (americana e crespa), que apresentou 40% de aumento no mesmo período. Outro aspecto relevante diz respeito a sua valorização na CEAGESP. Em 2003 apresentou preço anual médio de R$ 2,43 kg^{-1} em comparação a R$ 0,64 kg^{-1} obtido pela alface (média dos tipos americana e crespa). O crescimento na quantidade comercializada e a sua valorização na cotação são indicadores de que a rúcula é rentável (PURQUERIO *et al*., 2007).

Dentro dos conceitos modernos de produção de hortaliças, produzir mudas de alta qualidade é uma das etapas mais importantes do sistema produtivo. Além de outras técnicas, a utilização dessas mudas torna a exploração olerícola mais competitiva e, conseqüentemente, mais rentável (REGHIN *et al*., 2007). Ao observar-se a parcela dos agricultores que se dedicam hoje à produção de mudas, nota-se que há ainda grande carência de informações e domínio de técnicas para que se obtenham os melhores resultados nesta atividade, em parte devido à falta de trabalhos que se aprofundem mais no tema, sanando dúvidas e esclarecendo conceitos. Tais dúvidas pairam principalmente no que diz respeito ao manejo das mudas, envolvendo assuntos como substratos, irrigação, fertirrigação, e outras formas de nutrição das plantas (ARAÚJO, 2003).

A fertirrigação via gotejamento ou microaspersão é a forma que mais se aproxima do ritmo de absorção de água e de nutrientes pela planta e tem sido utilizada de forma rotineira por agricultores em cultivo protegido, principalmente para culturas de pimentão, pepino e tomate (VILLAS BÔAS *et al*., 2000).

Burt et al. (1995) afirmam que a fertirrigação é o mais econômico e eficiente método de aplicação de fertilizantes, especialmente quando utilizado através de sistemas de irrigação localizada. A fertirrigação assegura que os fertilizantes sejam aplicados diretamente na região de maior concentração de raízes das plantas, permitindo o fracionamento das doses e o aumento na eficiência da adubação. Os mesmos autores afirmam que, comparando a fertirrigação por

gotejamento com a aplicação de fertilizantes pelo método convencional, há um aumento na eficiência de aproveitamento de nutrientes no primeiro método, despendendo-se 20 a 50% menos fertilizantes que com o método convencional.

Com base na importância da fertirrigação na eficiência da nutrição de plantas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta das características morfofisiológicas de mudas de rúcula a diferentes níveis de fertirrigação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre 21 de maio a 18 de junho de 2008, na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados/MS. A altitude local é de 446 m, com latitude de 22º 11' 45'' S e longitude 54º 55' 18''W. Durante a condução do experimento a temperatura média foi de 18,7 °C, a umidade relativa do ar foi de 76,9 %. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação média anual de 1.500 mm e com temperatura média anual de 22ºC.

As parcelas foram distribuídas em uma bancada de produção de mudas com 1,30 m de largura, instalada a uma altura de 1,0 m do solo, em casa de vegetação. Esta possuía a estrutura do teto em arco com plástico transparente, laterais de tela brancas e piso de terra batida, numa área total de 168m², com 2,6m de pé direito. O ambiente superior interno possuía malha termorefletora com 50% de luminosidade (Aluminet®). Cada parcela foi constituída por 32 plantas, estando disponíveis para a avaliação as 12 plantas centrais (Figura 1).

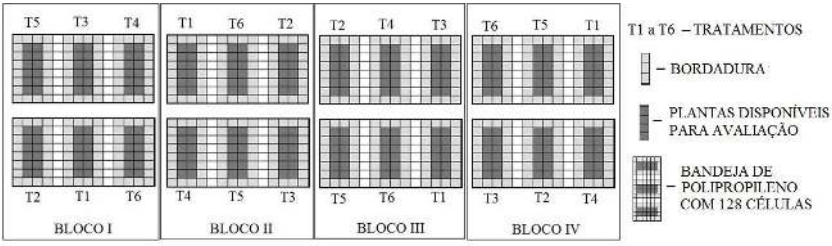

Figura 1. Croqui do experimento, Dourados, MS, 2008.

Foi avaliada a cultivar de rúcula 'Rocket cultivated', com pureza de 100% e índice de germinação de 95%. A semeadura nas bandejas de polipropileno com 128 células foi realizada no dia 21 de maio de 2008, colocando-se três sementes em cada célula. Utilizou-se o substrato comercial Vida Verde®, estando a sua caracterização química apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do substrato utilizado no experimento, Dourados, MS, 2008.

pH	*MO*	P_{resina}	*K*	*Ca*	*Mg*	*H+Al*	*CTC*	*V*
$CaCl_2$	g kg^{-1}	mg dm^{-3}	---------- mmol$_c$ dm^{-3} ----------					(%)
5,8	142,6	474	21,0	88,0	37,0	34,0	180	81,0

O delineamento experimental foi blocos casualizados (DBC), com seis doses do fertilizante líquido (0, 1,25; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 mL L^{-1}) diluído na água de irrigação, que correspondem, respectivamente, às condutividades elétricas de 0,07; 0,78; 1,27; 2,23; 4,24 e 8,51 dS m^{-1}, com quatro repetições, sendo avaliadas 10 plantas por parcela. O pH médio das soluções nutritivas foi de 5,7 no momento de preparo e aplicação, a uma temperatura média da água de 27,3°C. Realizou-se uma única fertirrigação, aos 15 dias após a germinação (15 DAG).

O fertilizante líquido utilizado foi da marca Murer®, que é registrado no Ministério da Agricultura, e possui a seguinte concentração de macro e micronutrientes: 4 % de nitrogênio total (N), 14% de fósforo solúvel (P_2O_5), 8% de potássio solúvel (K_2O), 0,01% de magnésio (Mg), 0,05% de cobre (Cu) e 0,01% de cálcio (Ca).

As irrigações foram realizadas diariamente, na forma de microaspersão. A lâmina de irrigação correspondeu à quantidade de água requerida a fim de levar a umidade do substrato das bandejas à condição de máxima capacidade de retenção de água. Foram aplicados 200 ml de água por parcela, diariamente durante todo o experimento e no momento da fertirrigação.

O início da germinação ocorreu aos cinco dias após a semeadura (DAS), e o desbaste foi feito aos sete DAS, deixando apenas uma planta por célula. Durante o período de realização do experimento não houve a aplicação de nenhum outro tipo de produto complementar nas parcelas. As avaliações foram realizadas aos 27 DAS, onde foram determinadas as seguintes características: teor de clorofila (TC), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento das raízes (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR).

O teor de clorofila foi determinado em uma folha completamente expandida escolhida ao acaso, em quatro plantas em cada parcela, sendo o valor determinado com auxílio do aparelho Chlorophyll Meter SPAD-502, cujo método de medição é por diferença de densidade ótica entre dois comprimentos de onda, obtendo-se a média por parcela. Para a altura das plantas e comprimento do sistema radicular mediu-se do colo até o ápice da parte aérea e, do colo ao extremo da raiz, respectivamente, obtendo-se a média por planta em centímetro com o auxílio de régua graduada.

As raízes foram separadas da parte aérea com auxílio de tesoura de poda e ambas foram lavadas em água corrente. As folhas foram avaliadas quanto ao número e à área foliar, esta, com auxílio do medidor LCI 3000. Em seguida, raízes e folhas foram acondicionadas em sacos de papel separados, etiquetados e pesadas para determinar o peso fresco. Posteriormente foram colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65ºC por 72 horas, até atingirem peso constantes. Com auxílio de uma balança analítica de precisão (0,01 g) foram determinadas as suas massas e o resultado foi expresso em gramas por planta.

A avaliação estatística do experimento foi realizada pelo programa computacional SISVAR, Sistema para Análise de Variância (FERREIRA, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas à análise de regressão a 1 e 5% de probabilidade, utilizando-se de médias de cada avaliação.

Resultados e Discussão

Analisando a Tabela 2, verifica-se que a utilização do fertilizante líquido Murer® (4-14-8) na fertirrigação proporcionou resultados altamente significativos pelo teste F (P<0,01) nas características CPA, MFPA e MSPA das plantas de rúcula. As características NF, MFR, MSR, AF, TC e CR não apresentaram diferença significativa.

Tabela 2. Quadrado médio e níveis de significância do CPA, MFPA e MSPA das plantas de rúcula em função dos níveis de fertirrigação - Dourados, MS, 2008.

Fonte de variação	*Grau de liberdade*	*CPA (cm)*	*MFPA (g)*	*MSPA (g)*
Dose	5	5,3836**	0,65045**	0,00248**
Bloco	3	$0,3765^{NS}$	$0,01417^{NS}$	$0,00025^{NS}$
erro	15	1,11533	0,03968	0,000233
F		4,827	16,392	10,629
Coef. deVariação (%)		7,62	13,54	8,15

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{NS} Não significativo.

O CPA apresentou uma resposta linear crescente, com o aumento das concentrações do fertilizante na água de irrigação (Figura 2), sugerindo que, mesmo na maior dosagem (20 mL L^{-1}), as mudas apresentavam crescimento, não sendo alcançado o valor máximo. Ao se aumentar a dose do fertilizante elevou-se as concentrações de todos os nutrientes que são importantes para o desenvolvimento das plantas, e em especial do fósforo, que possui a maior concentração nessa formulação (4-14-8). Este elemento é importante no início do desenvolvimento das plantas, pois participa de diversos compostos que armazenam e fornecem energia para os diversos processos metabólicos das mesmas.

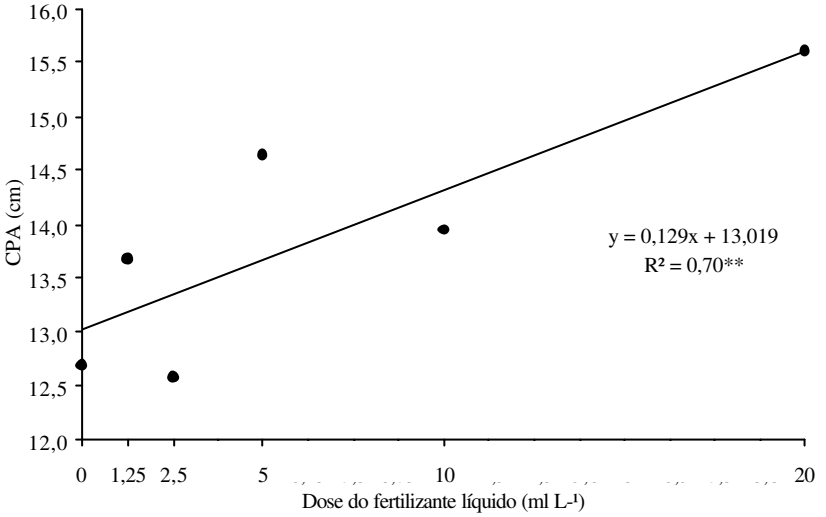

Figura 2. Comprimento da parte aérea (CPA) de plantas de rúcula em função de doses do fertilizante líquido. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. Dourados, MS, 2008

Na produção de mudas é desejável que as mesmas apresentem maior crescimento foliar, já que as folhas realizam processos de conversão de energia luminosa em energia química, essencial para seu crescimento e desenvolvimento (MARENCO & LOPES, 2005; TAIZ & ZEIGER, 2004). Nesse sentido, o uso da fertirrigação tem como objetivo promover o incremento das características morfofisiológicas das mesmas, principalmente as ligadas à parte aérea. Assim, ao serem transplantadas para o campo, essas mudas irão possuir melhores condições para se desenvolver plenamente e se tornar plantas adultas maiores, mais saudáveis e com maior valor comercial (DANTAS, 1997).

Braga et al. (2002) avaliando substratos de fibra de coco verde e níveis de fertirrigação na produção de mudas de pimentão observaram que no substrato Plantmax® as mudas apresentaram melhor desempenho em todas as características avaliadas e o uso de fertirrigação favoreceu o desenvolvimento das mudas em todos os substratos a base de fibra de coco verde e também no Plantmax®, aumentando, visivelmente, o crescimento da parte aérea das mudas e antecipando, em pelo menos três dias, o tempo de obtenção das mudas.

De maneira análoga, observou-se uma resposta linear crescente para os teores de MFPA, à medida que se aumentou as doses do fertilizante estudado (Figura 3).

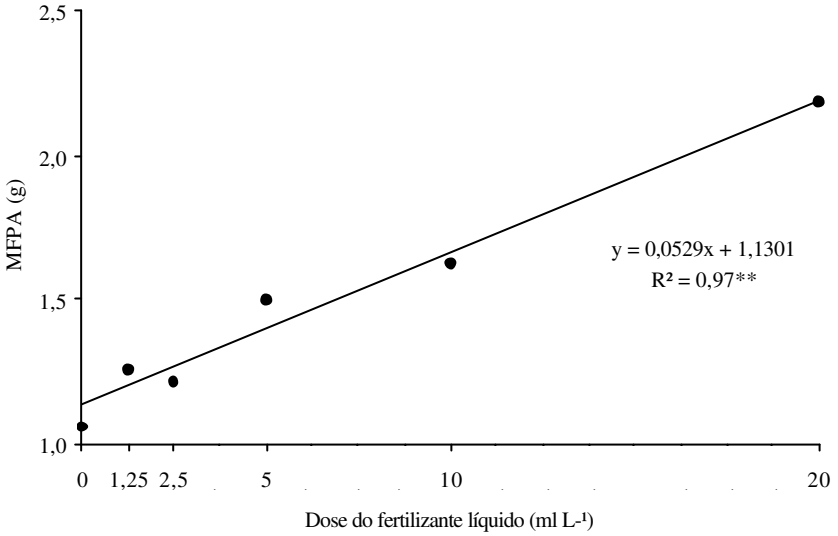

Figura 3. Massa fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de rúcula em função de doses do fertilizante líquido. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. Dourados, MS, 2008.

Com relação à MSPA das plantas de rúcula, encontrou-se uma equação quadrática para as dosagens do fertilizante (Figura 4).

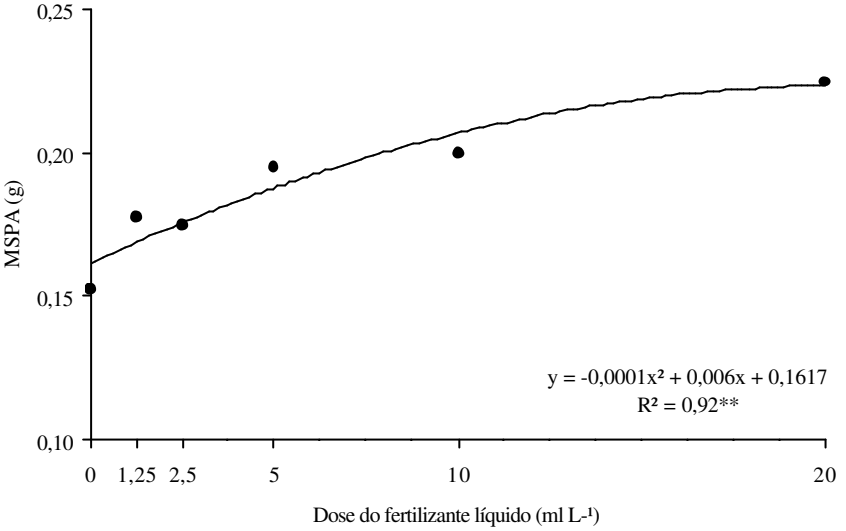

Figura 4. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de rúcula em função de doses crescentes do fertilizante líquido. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. Dourados, MS, 2008

A maior dose do fertilizante na água de irrigação proporcionou, nas condições deste experimento, os maiores valores de massa fresca da parte área das plantas. Porém, segundo Taiz & Zieger (1998), a melhor forma de se avaliar o crescimento de uma planta seria a massa seca, pois a massa fresca é um parâmetro muito sensível às oscilações hídricas, uma vez que a maior parte dos vegetais é formada por água.

Filgueira (2003) afirma que um bom enraizamento e o reinício do desenvolvimento da planta, após o choque do processo de transplante são favorecidos por tecidos ricos em massa seca. Na formação de mudas de alface americana (*Lactuca sativa* L. var Tainá), Biscaro et al. (2003), observaram que os maiores valores de altura e massa seca da parte aérea foram obtidos com plantas irrigadas com água receptora de efluentes urbanos apresentando alta concentração de N (70 mg kg^{-1}) e quantidades expressivas (mg kg^{-1}) de P (12), K (5,53), Ca (3,62), Mg (1,98), Cu (0,03), Fe (0,45), Mn (0,12) e Zn (0,01).

Em relação à área foliar foi observada uma resposta quadrática, havendo um aumento crescente dessa característica até a dose de 15 mL L^{-1}, decrescendo em seguida (Figura 5).

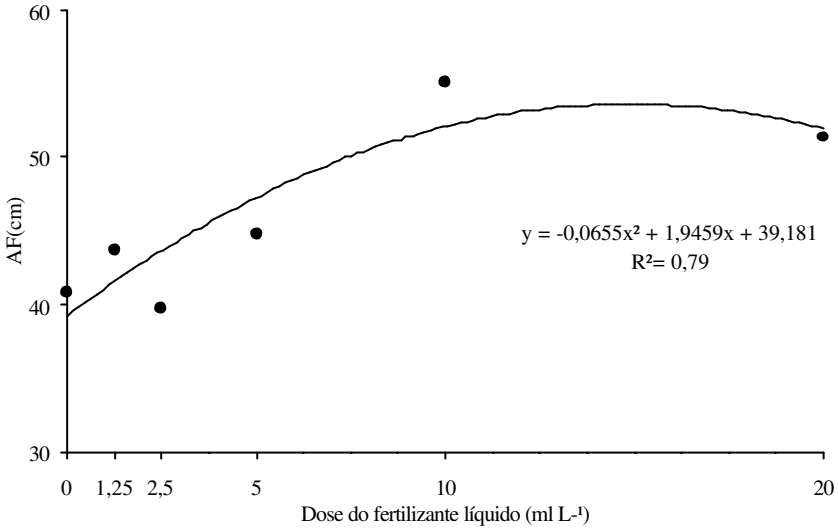

Figura 5. Área foliar (AF) de plantas de rúcula em função de doses do fertilizante líquido. Dourados, MS, 2008

Araújo (2003), estudando o manejo da fertirrigação na produção de mudas de alface em substrato, também verificaram aumento da área foliar com o aumento da concentração de nutrientes as plantas, como o ocorrido neste experimento. Isto, segundo Martorell (1993), se deve ao incremento do fornecimento e absorção de nutrientes, principalmente N e K.

Segundo Malavolta (1989), é importante que haja também um bom suprimento de Mg, pois, na planta, entre outras funções, esse elemento faz parte da formação da clorofila**.** Uma maior área foliar, no início de desenvolvimento da muda, mantendo-se uma boa relação raiz/parte aérea, é importante para uma maior interceptação da energia luminosa e sua conversão em carboidratos, necessários ao crescimento da planta (LARCHER, 2004).

Não foi observado nenhum sintoma de toxidez com queimadura nas bordas ("tipburn") das folhas novas em nenhum dos tratamentos propostos, apesar dos altos valores de condutividade elétrica das soluções utilizadas na fertirrigação.

Conclusões

As maiores doses do fertilizante na água de irrigação, propostas neste experimento, proporcionaram maiores valores de comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de rúcula, apesar de ainda não serem obtidos os respectivos valores máximos. Apesar da maior dose proposta (20 mL L^{-1}) ser quatro vezes maior do que a sugerida pelo fabricante, a utilização de doses superiores pode promover ainda um aumento desses valores.

Referências

ARAÚJO, W. P. **Manejo da fertirrigação em mudas de alface produzidas em substrato**. 2003. 70p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas-SP.

BISCARO, G. A.; TRIGUEIRO, R. de M.; CRUZ, R. L.; LOPES, M. D. C. Germination and development of american lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.) irrigated with home and industrial effluent-receiving waters. **Revista Irriga**, Botucatu-SP, v. 9, n. 3, 2003.

BRAGA, D. O.; SOUZA, R. B.; CARRIJO, O.A.; LIMA, J. L. Produção de mudas de Pimentão em diferentes substratos a base de fibra de coco verde sob fertirrigação **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-536, 2002.

BURT, C.; O'CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1995. 295p. (Irrigation Training and Rsearch Center).

CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R. Mercado de verduras: planejamento e estratégia na comercialização. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 45-54, 2001.

DANTAS, R. T. **Parâmetros agrometeorológicos e análise de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) em ambientes natural e protegido**. 1997. 109f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 1997.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA RBRAS, 45., 2000, São Carlos. **Resumos**... São Carlos: RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: [s.n.], 2000. 402p.

HORA, R. C.; GOTO, R.; BRANDÃO FILHO, J. U. T. O lugar especial da produção de hortaliças no agronegócio. **Agrianual 2004**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, p. 322-323, 2004.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p.

LARCHER W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: UFV, 2005. 451p.

MARTORELL, M. Lettuce seedling growth on substrate mixes using peat, cork, forest litter and sand. **Acta Horticulturae**, Florença-Itália, v. 342, p. 167-173, 1993.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, 25:464-470, 2007.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; OLINIK, J. C.; JACOBY, F. S. Produtividade da chicória (*Cichorium endivia* L.) em função de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 739-747, maio/jun. 2007.

SILVA, M. A. B.. **GEAGESP**. Seção de Economia. São Paulo-SP. Comunicação pessoal. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

_____. **Plant Physiology**. 2. ed. Sunderland: Sinaver Associates, 1998. 792p.

VILLAS BOAS, R. L.; KANO, C.; LIMA, C. P.; MANETTI, F. A.; FERNANDES, D. M. Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional através da fertirrigação na cultura do pimentão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000. **Revista Brasileira de Olericultura**, XII - Suplemento, p. 801-802, 2000.