

## **Avaliação do estado nutricional do tomateiro orgânico submetido a diferentes sistemas de irrigação e níveis de água no solo.**

**Ronessa B. de Souza<sup>1</sup>; Waldir A. Marouelli<sup>1</sup>; Francisco Vilela Resende<sup>1</sup>; Silvio José Gobbi<sup>1</sup>;**

<sup>1</sup> Embrapa Hortaliças Km 09, Rod. BR 060, 70359-970, C. Postal 218, Gama, Brasília/DF, ronessa@cnph.embrapa.br, waldir@cnph.embrapa.br, fresende@cnph.embrapa.br

### **RESUMO**

O presente trabalho objetivou avaliar o estado nutricional do tomateiro orgânico submetido a diferentes configurações de sistema de irrigação e níveis de água no solo. Amostras de folhas foram coletadas em experimento conduzido na Área de Pesquisa e Produção Orgânica de Hortaliças (APPOH), localizada na Embrapa Hortaliças, Distrito Federal. Avaliaram-se os fatores configuração de sistemas de irrigação e nível de água no solo. As configurações de sistemas avaliadas foram: gotejamento com uma linha lateral por fileira de plantas (GO<sub>1</sub>), duas linhas laterais por fileira de planta (GO<sub>2</sub>), uma linha lateral com mulch de plástico preto (GO<sub>M</sub>), microaspersão subcopia com uma linha lateral entre fileiras de plantas (MIC) e aspersão convencional fixa acima do dossel (ASP). Os níveis de água no solo foram: tensão-limite de 15-30 kPa (umidade elevada) e tensão-limite de água de 30-60 kPa (umidade moderada). O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 2. As plantas irrigadas com gotejo 2 linhas, gotejo 1 linha com mulch plástico, microaspersão e aspersão apresentaram maiores produtividades e conteúdos dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg do que as plantas irrigadas com gotejo 1 linha. A condição de umidade elevada resultou em maiores conteúdos de todos os macronutrientes e de manganês nas folhas

do tomateiro. Independente do sistema de irrigação, a lavoura de tomate orgânico encontrava-se relativamente equilibrada em nutrientes minerais, com exceção do cobre que apresentou teores elevados.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, agricultura orgânica, diagnose foliar.

### **ABSTRACT**

#### **Nutritional status of organic tomato under different irrigation systems and water levels in the soil.**

This study aimed to assess the nutritional status of organic tomato subjected to different irrigation system configurations and water levels in the soil. Some samples of leaves were collected in an experiment conducted in the research and production area of organic vegetables (APPOH), located at Embrapa Vegetables, Federal District, Brazil. We evaluated the factors setting irrigation systems and water level in the soil. The system configurations evaluated were dripping with one lateral line per plant rows (GO<sub>1</sub>L), two lateral lines per plant rows (GO<sub>2</sub>L), one lateral line per plant rows with black plastic mulch (GOM), sprayer below plant dossel with one lateral line between plant rows (MIC) and fixed sprinkler above the canopy (ASP). Water levels in the soil were: tension limit of 15-30 kPa (high humidity) and water stress limit of 30-60 kPa (moderate humidity). The experimental design was a

randomized block design with three replications, with treatments in a factorial 5 x 2. The plants were irrigated with two drip lines, one line drip with plastic mulch, micro-sprinkler and spraying showed greater productivity and content of the macronutrients N, P, K, Ca and Mg than plants irrigated with one drip line. The condition of high humidity resulted in higher content of all

macronutrients and manganese in the leaves. Regardless of the irrigation system, the organic tomatoes crop became relatively balanced in nutrients, with the exception of the copper concentration was high.

**Keywords:** *Lycopersicon esculentum*, organic agriculture, foliar diagnosis

A avaliação do estado nutricional das plantas é uma importante ferramenta para se avaliar a adequação da adubação e executar ajustes quando necessário (Martinez *et al.*, 1999). A adubação em sistema orgânico é realizada com adubos orgânicos, como por exemplo, composto orgânico, de grande durabilidade e efeito residual no solo. O maior aproveitamento dos nutrientes pela cultura dependerá, dentre outros fatores, do manejo e da configuração do sistema de irrigação empregado. Por exemplo, na estação seca, adubos orgânicos aplicados em cobertura em culturas irrigadas por gotejamento terão maior dificuldade de mineralização/disponibilização de nutrientes e, portanto menores aproveitamento e eficiência na correção de deficiências nutricionais da cultura. A configuração do sistema de irrigação afeta a distribuição espacial do sistema radicular, proporcionando exploração diferenciada do perfil do solo o que terá reflexos na absorção de nutrientes e conseqüentemente no estado nutricional e na produtividade da planta. Além disso, a quantidade de água aplicada, lâmina de irrigação, também terá influência sobre o desenvolvimento do sistema radicular e conseqüentemente sobre a absorção de nutrientes (Silva, 2003), especialmente no caso das hortaliças em que a água representa mais de 90 % da biomassa fresca da maioria delas. Independente do tipo de transporte do nutriente no solo, a quantidade de água no solo afeta a disponibilidade do nutriente para as plantas (Malavolta *et al.*, 1997). Entretanto, nutrientes móveis no solo, aqueles que se movem predominantemente por fluxo de massa, como o nitrogênio, cálcio e magnésio, serão mais afetados que os que se movem por difusão, como o fósforo e o potássio. O presente trabalho objetivou avaliar o estado nutricional do tomateiro orgânico submetido a diferentes configurações de sistema de irrigação e níveis de água no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de folhas para avaliação do estado nutricional do tomateiro foram coletadas em experimento conduzido na Área de Pesquisa e Produção Orgânica de Hortaliças (APPOH), localizada na Embrapa Hortaliças, Distrito Federal, entre maio e outubro de 2009. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, típico, fase cerrado, textura argilosa e capacidade de retenção de água de 1,2 mm cm<sup>-1</sup>.

Avaliaram-se os fatores configuração de sistemas de irrigação e nível de água no solo. As configurações de sistemas avaliadas foram: gotejamento com uma linha lateral por fileira de plantas (GO<sup>1</sup>), duas linhas laterais por fileira de planta (GO<sup>2</sup>), uma linha lateral com mulch de plástico<sup>1L</sup> preto (GO<sup>3</sup>), microaspersão subcopa com uma<sup>2L</sup> linha lateral entre fileiras de plantas (MIC) e aspersão<sup>M</sup> convencional fixa acima do dossel (ASP). Os níveis de água no solo foram: tensão-limite de 15-30 kPa (umidade elevada) e tensão-limite de água

de 30-60 kPa (umidade moderada). O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 2. As mudas de tomate, cultivar Duradouro, foram transplantadas em sistema de fileira simples, 1,0 m x 0,5 m. Cada parcela experimental era composta de cinco fileiras de plantas com 10,0 m de comprimento, num total de 50m<sup>2</sup>. As plantas de tomate foram tutoradas na vertical, com o uso de fitilho, e conduzidas com uma haste, sendo podadas com 1,7 m de altura. Os demais tratamentos culturais foram os comumente utilizados na APPOH. As colheitas, num total de nove, foram realizadas semanalmente. Nos tratamentos irrigados por aspersão acima do dossel utilizou-se aspersores de impacto com bocais de 5 mm x 8 mm, espaçados de 18 m x 12 m. Nos tratamentos por gotejamento utilizou-se tubos gotejadores com emissores a cada 0,20 m e vazão de 1,4 L h<sup>-1</sup>. Nos tratamentos por microaspersão utilizou-se microaspersores do tipo difusor, com jato voltado para baixo, bocal de 1,4 mm e espaçamento triangular de 1,0 x 1,0 m. As irrigações foram realizadas, de forma individualizada por tratamento, a todo o momento que a média das leituras de tensiômetros, instalados a 40-50% da profundidade efetiva do sistema radicular, atingia as tensões-limite de água no solo preestabelecidas para cada tratamento. Os valores de tensões-limite mais baixos, dentro de cada nível de água no solo, foram considerados durante o estágio de frutificação, que é o mais sensível ao déficit hídrico (Marouelli & Silva, 2008; 2009; Marouelli & Souza, 2009).

Por ocasião da antese do terceiro cacho foi colhida uma folha, oposta ao referido cacho, de 20 plantas da parcela útil, ou seja, 7,0 m de cada uma das três fileiras centrais. Após serem pesadas para obtenção da massa de matéria fresca, as amostras foram lavadas com água corrente e posteriormente com água destilada. Em seguida, as folhas foram colocadas em sacos de papel para secar em estufa de circulação forçada de ar, em temperatura em torno de 60<sup>o</sup> C, até massa constante. Posteriormente, foram novamente pesadas para obtenção da massa de matéria seca. As folhas secas foram então moídas, em moinho de facas do tipo Willey. O material seco e moído foi submetido às digestões sulfúrica para dosagem de nitrogênio (N) e perclórica mais peróxido de hidrogênio, para dosagem dos demais nutrientes. A quantificação de macro e micronutrientes foi realizada segundo métodos descritos em Nogueira e Souza (2005). Com exceção do N, cujo método foi o da destilação (Kjeldahl), todos os outros nutrientes foram quantificados por ICPE (plasma). Foram avaliadas as seguintes variáveis: lâmina total de irrigação aplicada, produtividade total de frutos, conteúdo e concentração de macro e micronutrientes na folha do tomateiro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lâmina total de água de irrigação aplicada ao longo do ciclo do tomateiro foi de 322 mm para o tratamento GO com nível elevado de água, 255 mm para GO moderado, 355 mm para GO elevado, 303 mm para GO moderado, 335 mm para GO elevado, 257 mm para GO moderado, 510 mm para MIC elevado, 462 mm para MIC moderado, 524 mm para ASP elevado e 428 mm para ASP moderado. Apesar das lâminas de água terem variado entre sistemas de irrigação, os níveis de estresse hídrico a que as plantas foram submetidas, dentro de um mesmo nível de água no solo, foram iguais. Isso porque as irrigações somente eram realizadas quando a tensão de água na zona radicular do tomateiro atingia os valores pré-estabelecidos para cada nível de água. Assim, as variações na lâmina de água aplicada, para um mesmo nível de água do solo, deveram-se à fração da superfície do solo molhada

e à uniformidade de aplicação de água pelo sistema de irrigação e à forma com que a água era aplicada, diretamente no solo ou na forma de chuva.

Nas condições deste trabalho, não houve interação entre os fatores configuração de sistema de irrigação e níveis de umidade no solo na avaliação do estado nutricional do tomateiro. Melhores respostas foram obtidas para os resultados expressos em conteúdo (g ou mg por folha) ao invés de concentração (g ou mg por kg de matéria seca) (Tabelas 1, 2, 3 e 4). As plantas irrigadas com gotejo 2 linhas, gotejo 1 linha com mulch plástico, micro-aspersão e aspersão apresentaram maiores conteúdos dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg do que as plantas irrigadas com gotejo 1 linha. O conteúdo destes nutrientes na folha do tomateiro evidenciou de forma inequívoca a relação entre nutrição e produção de frutos (Tabelas 1 e 2). As configurações que proporcionaram plantas de tomate com maiores conteúdos de nutrientes nas folhas foram as que mais produziram frutos. As plantas irrigadas com gotejo em apenas 1 lateral tiveram prejuízos na absorção de nutrientes provavelmente devido ao menor desenvolvimento do sistema radicular. Por outro lado, a irrigação com gotejo 1 linha com mulch resultou em plantas com conteúdos elevados de todos os nutrientes, destacando o efeito do plástico preto em conservar a umidade do solo devido a redução da evapotranspiração.

A condição de umidade elevada (15-30 kPa) resultou em maiores conteúdos de todos os macronutrientes e de manganês nas folhas do tomateiro (Tabelas 1 e 2). Silva (2003) verificou que os nutrientes são influenciados pelo manejo hídrico aplicado às plantas; para a maioria dos nutrientes, os conteúdos foram maiores naquelas plantas submetidas ao menor estresse hídrico. A água é fundamental para o transporte de nutrientes no solo e na planta. Os principais processos de transporte do nutriente no solo difusão e, principalmente fluxo de massa dependem fundamentalmente de água. Sendo assim, era de se esperar maiores efeitos sobre os nutrientes que se movem preferencialmente por fluxo de massa, como o N, Ca e Mg, entretanto é interessante observar que o K e o P foram igualmente afetados pelo nível de água no solo. Com relação ao P, por se tratar de sistema orgânico, é possível que formas de P orgânico se movimentem no solo de maneira diferente do P inorgânico.

Segundo Silva e Giordano (2000), consideram-se as seguintes faixas de teores de nutrientes como adequadas ao desenvolvimento e produção do tomateiro, macronutrientes em  $\text{g kg}^{-1}$ : 40 a 60 de N; 3 a 6 de P; 30 a 50 de K; 10 a 30 de Ca; 4 a 6 de Mg; 5 a 10 de S e micronutrientes em  $\text{mg kg}^{-1}$ : 30 a 100 de B; 5 a 15 de Cu; 40 a 200 de Fe; 40 a 250 de Mn; 20 a 50 de Zn. Martinez *et al.* (1999) indicam como níveis críticos 45,9; 5,6; 57,2; 44,0 e 5,0  $\text{g kg}^{-1}$  de N, P, K, Ca e Mg e 40,0; 268; 290; e 37  $\text{mg kg}^{-1}$  de Cu, Fe, Mn e Zn no limbo foliar do tomate. Neste experimento, as plantas de tomate mostraram teores de N e de Mn um pouco mais baixos, de magnésio, boro e ferro um pouco mais altos e de cobre extremamente mais altos (tabelas 3 e 4) comparativamente aos padrões da literatura. Durante a condução do experimento foram realizadas algumas pulverizações com calda bordalesa (sulfato de cobre mais óxido de cálcio) visando ao controle de doenças, o que justifica os altos teores de cobre encontrados. Inclusive, é possível que grande parte desse cobre esteja aderido à superfície da folha, externamente às células da epiderme. Com exceção do cobre, pode-se considerar que o tomateiro orgânico encontrava-se em estado de equilíbrio nutricional, o que explica, pelo menos em parte, a alta produtividade observada.

Do exposto, conclui-se que a condição de umidade elevada no solo favoreceu o acúmulo de nutrientes nas folhas do tomateiro. Dentre as configurações estudadas, as plantas irrigadas por gotejo 1 linha com mulch apresentaram tendência de maior conteúdo de macro e micronutrientes. Independente da configuração do sistema de irrigação e do nível de água no solo, à exceção do cobre, a lavoura de tomate orgânico encontrava-se relativamente equilibrada nutricionalmente, explicando, pelo menos em parte, a alta produtividade observada.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP/DF), ao Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Agricultura Orgânica do Distrito Federal (CDTOrg-DF) e ao CNPq pelo apoio financeiro e estrutural a este trabalho.

## REFERÊNCIAS

- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA AS. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Potafos, Piracicaba/SP. 319p.
- MARQUELLI WA; SILVA WLC. 2008. Tensões-limite de água no solo para o cultivo do tomateiro para processamento irrigado por gotejamento. Brasília: Embrapa Hortaliças. 17p. (Embrapa Hortaliças. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 37).
- MARQUELLI WA; SILVA HR. 2009. Parâmetros para o manejo de irrigação por aspersão em tomateiro para processamento na Região do Cerrado. Brasília: Embrapa Hortaliças. 28p. (Embrapa Hortaliças. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 49).
- MARQUELLI WA; SOUZA RF. 2009. Tomate: irrigação planejada. *Cultivar Hortaliças e Frutas*, Pelotas, RS, v. 8, n. 59, p.8-11.
- MARTINEZ HEP; CARVALHO JG; SOUZA RB. 1999. Diagnóstico Foliar. In: RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG; ALVAREZ V. VH (eds). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª. Aproximação*. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG. p.143-170.
- NOGUEIRA AR de A; SOUZA GB. 2005. *Manual de Laboratório: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 334p.
- SILVA MR. 2003. *Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de Eucalyptus grandis W. (Hill ex. Maiden)*. Botucatu, Universidade Estadual Paulista. 100p. (Tese de Doutorado)
- SILVA JBC; GIORDANO LB. 2000. *Tomate para processamento industrial*. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia. Embrapa Hortaliças. 168p.

**Tabela 1.** Conteúdo de macronutrientes em folhas de tomateiro orgânico submetido a diferentes configurações de sistema de irrigação e níveis de umidade. (Macronutrients accumulation in leaves of organic tomato plant under different irrigation systems and water levels in the soil). Embrapa Hortaliças. Brasília. 2010

	Nutriente					
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	g folha <sup>-1</sup>					
	Configuração do sistema de irrigação					
Gotejo 1 linha	82.70 b	9.40 b	76.72 b	50.16 b	14.91 b	9.61 c
Gotejo 2 linhas	126.83 ab	13.93 ab	120.26 ab	90.33 ab	25.53 ab	13.25 bc
Gotejo 1 mulch	175.76 a	21.28 a	167.77 a	129.98 a	31.58 a	27.29 a
Micro-aspersão	133.23 ab	17.21 a	133.39 ab	98.08 ab	26.59 a	20.18 ab
Aspersão	138.70 ab	17.55 a	130.42 ab	89.91 ab	23.99 ab	19.10 ab
	Umidade					
Umidade elevada	153.58 a	18.55 a	145.43 a	108.50 a	28.47 a	20.06 a
Umidade moderada	109.31 b	13.19 b	105.99 b	74.88 b	20.57 b	15.72 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade (Means followed by the same letter in the column did not differ significantly from each other, Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

**Tabela 2.** Conteúdo de micronutrientes foliar e produção de frutos de tomateiro orgânico submetido a diferentes configurações de sistema de irrigação e níveis de umidade. (Micronutrients accumulation in leaves of organic tomato plant under different irrigation systems and water levels in the soil) Embrapa Hortaliças. Brasília. 2010

	Nutriente					Prod Total
	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco	
	g folha <sup>-1</sup>					t ha <sup>-1</sup>
	Configuração do sistema de irrigação					
Gotejo 1 linha	0.20 b	0.55 a	0.68 b	0.08 a	0.09 a	69.83 b
Gotejo 2 linhas	0.36 ab	0.62 a	0.85 ab	0.14 a	0.15 a	91.02 a
Gotejo 1 mulch	0.56 a	0.94 a	1.32 a	0.12 a	0.16 a	91.57 a
Micro-aspersão	0.39 ab	0.53 a	0.88 ab	0.12 a	0.13 a	96.50 a
Aspersão	0.43 ab	0.84 a	0.73 b	0.11 a	0.14 a	83.07 ab
	Umidade					
Umidade elevada	0.45 a	0.70 a	0.96 a	0.13 a	0.15 a	87.69 a
Umidade moderada	0.32 a	0.69 a	0.83 a	0.11 b	0.11 a	85.10 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade (Means followed by the same letter in the column did not differ significantly from each other, Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

**Tabela 3.** Concentração de macronutrientes em folhas de tomateiro orgânico submetido a diferentes configurações de sistema de irrigação e níveis de umidade. (Macronutrients concentration in leaves of organic tomato plant under different irrigation systems and water levels in the soil) Embrapa Hortaliças. Brasília. 2010

	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	g kg <sup>-1</sup>					
Gotejo 1 linha	36.86 a	4.19 c	34.30 a	22.57 b	6.86 ab	4.49 ab
Gotejo 2 linhas	38.56 a	4.24 bc	36.75 a	27.38 a	7.80 ab	4.07 b
Gotejo 1 mulch	37.52 a	4.55 abc	35.86 a	27.65 a	6.72 b	5.85 a
Micro-aspersão	39.90 a	5.10 ab	39.70 a	29.18 a	7.97 a	6.06 a
Aspersão	40.77 a	5.24 a	39.02 a	26.15 ab	7.15 ab	5.86 a
Umidade elevada	40,41 a	4,88 a	38,33 a	28,18 a	7,61 a	5,21 a
Umidade moderada	37,03 b	4,44 b	35,92 a	25,07 b	6,99 b	5,33 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade (Means followed by the same letter in the column did not differ significantly from each other, Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

**Tabela 4.** Concentração de micronutrientes foliar e produção de frutos de tomateiro orgânico submetido a diferentes configurações de sistema de irrigação e níveis de umidade. (Micronutrients concentration in leaves of organic tomato plant under different irrigation systems and water levels in the soil) Embrapa Hortaliças. Brasília. 2010

	Nutriente					Prod Total
	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco	
	mg kg <sup>-1</sup>					t ha <sup>-1</sup>
	Sistema de irrigação					
Gotejo 1 linha	94.5 a	239.4 a	378.3 a	38.10 ab	37.42 a	69.83 b
Gotejo 2 linhas	105.6 a	190.3 a	261.8 a	43.22 a	47.13 a	91.02 a
Gotejo 1 mulch	117.3 a	198.3 a	278.6 a	26.57 b	35.15 a	91.57 a
Micro-aspersão	118.7 a	162.1 a	263.5 a	35.38 ab	38.22 a	96.50 a
Aspersão	122.4 a	276.8 a	235.8 a	33.98 ab	40.97 a	83.07 ab
	Umidade					
Umidade elevada	115,91 a	180,96 a	256,1 a	35,40 a	40,90 a	87.69 a
Umidade moderada	107,57 a	245,87a	311,2 a	35,49 a	38,65 a	85.10 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade (Means followed by the same letter in the column did not differ significantly from each other, Tukey's test,  $p < 0.05$ )

