

# Avaliação do sistema de irrigação por gotejo em três profundidades e fertirrigação em tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill)

**WASHINGTON PADILLA G.**

ENGENHEIRO AGRÍCOLA M.Sc. Ph.D. DIRETOR GERAL DO GRUPO CLÍNICA AGRÍCOLA DE EQUADOR.  
E-MAIL: wpadilla46@gmail.com.

**GLORIA HERRERA T.**

ENG. AGR. ESPECIALISTA EM PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, TUMBACO, EQUADOR.  
girene\_ht@hotmail.com

**JOSÉ MARÍA PINTO**

ENGENHEIRO AGRÍCOLA M.Sc. Ph.D. PESQUISADOR EMBRAPA SEMIÁRIDO, PETROLINA, PE.  
jose-maria.pinto@embrapa.br

**S**ob condições casa de vegetação em Tumbaco, Equador, realizou-se um estudo com o objetivo de avaliar a irrigação por gotejamento subterrâneo tipo fita de gotejamento para obter maior eficiência na produção de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). O tomate foi adubado com duas doses de fertilizante organomineral como nutrientes básicos, para diminuir os custos de fertirrigação e equilibrar os nutrientes no solo, permitindo absorção pelas plantas de forma adequada. A melhor produção foi obtida com a fita de gotejamento enterrada a 5 cm de solo e com a dose mais baixa de fertilização, determinadas com base na análise do solo. Comparando com a fita de gotejamento não enterrada, ou enterrada a 10 cm, em ambos os cenários, os resultados mostraram uma maior evaporação da água e lixiviação de nutrientes, respectivamente. O rendimento obtido, ao usar este procedimento foi 182 t/ha, superando todas as expectativas em produção, de 80/t ha. Neste estudo ocorreram entupimentos de emissores que foram enterrados a 5 e 10 cm de profundidade. Esse problema é mais frequente, quando as fontes de nutrientes são de baixa solubilidade ou quando existem obstáculos de compatibilidade entre os nutrientes usados.

## Introdução

A água é essencial para o desenvolvimento dos processos fisiológicos de todos os elementos vivos. É o meio primário para reações químicas e movimento de substâncias através das várias partes de plantas. Esse recurso natural é o principal fator que determina o rendimento das culturas. Assim, uma cultura sem umidade fecha seus estômatos, reduzem o crescimento de partes que afetam significativamente seu desempenho. O objetivo a alcançar é fornecer água para as culturas em quantidade suficiente para evitar danos que influenciam a degradação do desempenho. Os produtores devem, em seguida, obter respostas para os seguintes aspectos: quando e quanto de água deve ser aplicada (INIFAP 2006).

A fertirrigação é uma técnica que tem sido cada vez mais empregada com sucesso para fornecer água e nutrientes a diversas culturas, especialmente hortaliças e flores em vários países latino-americanos, porque a água fornecida em conta-gotas, garante a umidade adequada e permanente na zona de raiz, atingindo valores de eficiência de 80% a 95% (SUBIRÓS 2000) e a quantidade de nutrientes necessária para o cultivo pode ser fracionada, para que a planta absorva em todo o seu ciclo de forma contínua e equilibrada (PADILLA 2005)

O sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo já é usado em vários países em base comercial (EUA e Brasil), em culturas como melão, cana, plantas ornamentais e hortaliças em geral, aumentos de produção observados de 16% e 22%, no Havaí e 7% e de 38% na Flórida - EUA, e 20% e 25% no Brasil, em comparação com o sistema de irrigação tradicional (SUBIRÓS 2000).

Irrigação subsuperficial é uma alternativa ambientalmente sustentável, tecnicamente exequível e economicamente viável. Entre outras vantagens sobre o sistema de irrigação tradicional, não impede o trabalho agrícola durante a irrigação, há menor incidência de pragas, ervas daninhas e doenças e aumento da performance (INIFAP 2006).

O volume de água fornecida sob a superfície do solo (mais próximo às raízes das plantas) gera uma distribuição espacial chamada bolbo húmido. A forma e o tamanho desse bolbo húmido são diferentes para irrigação por gotejamento. A forma do bolbo úmido depende do tipo de solo, da vazão do emissor e da prática de irrigação (duração e frequência de cada irrigação) (WEIR 2012).

Neste artigo, um conjunto de dados combinados entre eficiência do uso da água e dos nutrientes foi avaliado para determinar o custo/benefício de uma adubação básica do solo, suplementada com fertirrigação, determinada tanto pela análise do extrato de solo quanto pela célula vegetal (ECP), seguindo a demanda diária da cultura, o que permite fazer os ajustes necessários no manejo da adubação.

## Material e Método

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Central do Equador, a uma altitude de 2.465 m, longitude de 78° 22'00 "W e latitude 00° 13'46" S. A temperatura média anual de 15,57 °C e umidade relativa média anual de 76,43% e uma precipitação média anual de 882 mm.

O solo é classificado como franco-arenoso, derivado de cinzas vulcânicas, a partir dos planaltos do Equador. O trabalho foi realizado sob condições controladas em uma estufa de 1.500 m<sup>2</sup> localizada no vale do Tumbaco da província de Pichincha, Equador, usando o híbrido de tomate Dominique indeterminado.

Avaliaram-se três profundidades de irrigação por gotejamento (p) e dois níveis de adubação do solo (n) por meio de uma fórmula de Bioabono casa, preparado com base na análise de solo (Tabela 1).

p0 = 0 cm	n1 = 200 kg/ha-1
p1 = 5 cm	n2 = 400 kg/ha-1
p2 = 10 cm	

**TABELA 1 – Profundidades de irrigação por gotejamento**



Vista parcial do sistema de irrigação



Sistema de extração da solução do solo para análise nutricional

A irrigação foi realizada com base em dados de evapotranspiração potencial, com variação na faixa de 1,5 mm a 4 mm de evaporação, com uma lâmina média de 3 mm. Além disso, a lâmina d'água foi aplicada com o auxílio de informações obtidas por tensiômetros instalados em cada parcela, os quais determinaram a quantidade de água retida no solo e, por conseguinte, o tempo de aplicação de água. O estudo iniciou-se no mês de abril e finalizou em agosto.

A colocação de tubos extratores para extrair solução de nutriente injetado através da solução de gotejamento e do solo nas parcelas estudadas, permitiu avaliar o movimento de cada um dos nutrientes nas diferentes profundidades do perfil do solo, além de determinar o pH e a condutividade elétrica (CE) da solução do solo.

Avaliação de nutrientes absorvidos pelas plantas durante o seu desenvolvimento, utilizando métodos de extrato da célula (ECP), foi uma ferramenta para verificar a concentração de nutrientes na circulação da seiva nas plantas e correlacionar com sua nutrição e seu desempenho final

## Resultados e Discussões

A avaliação da eficiência da aplicação de água na maioria dos vegetais, como no tomate de mesa, baseia-se na distribuição do sistema radicular das plantas no perfil do solo útil, que é composto de uma raiz principal, raízes secundárias e raízes adventícias, formando um grupo que pode ter um raio de 1,5 m, e atinge mais de 0,5 m de profundidade (FDA, 1993). No entanto, 70% das raízes de absorção estão localizados a menos de 0,20 m da superfície. Todas as raízes absorvem água, mas os minerais são absorvidos pela superfície mais próxima das raízes. (Universidade de East 2004). Determinou-se que mais de 70% do sucesso de uma cultura residem na boa gestão da água do solo (PADILLA, 2005).

Determinação da concentração de nutrientes no interior da planta e os parâmetros do peso e do grau de hidratação, com base nos valores do extrato celular da planta (ECP), (Tabela 2), foram ferramentas fundamentais para avaliar o conteúdo de cada um dos nutrientes que se encontram no fluido interno de ambos, floema e xilema, e determinar o grau de assimilação destes pela planta, em cada uma das interações estudadas. Com esses valores, foi determinado que a interação p0n2 correspondeu à fertirrigação da superfície, com maior adubação de base do solo

organomineral que não atingiu a maior produtividade de frutos, apesar do maior peso de matéria verde produzida. Esse efeito pode ser explicado pelo conceito da fisiologia das plantas, conhecido como absorção de nutrientes no vício ou avidez na parte da colheita, resultando em crescimento vegetativo excessivo, e uma concentração inferior de líquido nos tecidos, causando um baixo grau de hidratação de plantas por não fornecer as quantidades adequadas de nutrientes para os frutos no momento do enchimento. Situação semelhante ocorreu com o P2N2 interação (10 cm de profundidade e alta fertilização). Além disso, a interação com fertirrigação p1n1 a 5 cm de profundidade, fertilização e baixa dose de nutrientes mostraram melhores valores para o volume de fluido na seiva da planta, resultando em uma melhor distribuição de nutrientes dentro dela, e de sua localização, como o caso de potássio no fruto que aumentou significativamente e resultou em maior produção e melhoria no sabor, com aumento no teor de sólidos solúveis (<sup>o</sup>Brix) que foram mais elevados nessa interação (Tabela 2).

Os valores de produção alcançados na colheita, com uma cultivar de crescimento indeterminado (Figura 1), mostram que o rendimento mais elevado (182,35 t/ha) do tomate foi obtido na interação com baixa dose de fertilização do solo e fertirrigação, equipando uma profundidade de 5 cm (p1n1), atingindo valores significativos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

As curvas de concentração de nutrientes no perfil do solo obtidas em três profundidades (Figuras 1 e 2) determinaram que a maioria dos nutrientes na solução do solo foi encontrada a uma profundidade de 5 cm. Nessa profundidade concentra-se a maior porcentagem de raízes que favorecem a assimilação pelas plantas e refletem

INTERAÇÃO	PESO g	VOL. ml	NH4 mg dm-3	NO3 mg dm-3	PO4 mg dm-3	K mg dm-3	Ca mg dm-3	Mg mg dm-3	CE dS m-1	Brix °
p0n1	144,87	68,33	145,13	931.33	364.33	5704.00	363.33	749.67	17.25	4.71
p0n2	215,83	79,33	151,67	1107.67	380.67	5541.33	394.60	762.33	18.16	4.65
p1n1	175,67	116,67	173,13	1012.00	322.00	4629.00	234.50	733.00	16.63	5.83
p1n2	194,20	133,33	159,13	716.67	313.33	4933.00	143.00	601.67	15.73	6.04
p2n1	155,47	65,67	152,60	1084.67	352.67	5237.33	448.77	954.00	17.95	5.37
p2n2	153,47	71,33	146,07	1054.67	359.00	4904.00	446.27	841.33	17.04	5.13

TABELA 2 – Dados de análise médios do extrato de célula de planta, avaliação do sistema de irrigação por gotejamento em três profundidades.

em maior produção. São respostas aos nutrientes nitrato e potássio. O cálcio é um elemento pouco móvel no solo, por isso é aconselhável que seja aplicado antes do transplante.

A análise econômica determinou que a melhor relação benefício/custo (B/C) correspondeu ao tratamento p1n1 interação (fita com 5 cm de profundidade e baixa fertilização) 1,22, ou seja, para cada dólar investido, obteve-se 0,2 dólar de lucro, o que determina como a produção rentável de tomate, como nesse caso, ultrapassou as 100 t/há, situação esperada na maioria dos países.

## Conclusões

O uso combinado de adubação de organomineral associado à fertirrigação com sais solúveis, trouxe melhor distribuição dos nutrientes no solo.

Fertirrigação, sem causar elevada condutividade elétrica (CE), evita o problema da salinização, predominante no manejo dessas culturas intensivas.

Ao aplicar fertirrigação subsuperficial utilizando-se fitas ou mangueiras de gotejamento para 5 cm de profundidade, obteve-se melhor absorção de água e nutrientes pela cultura do tomateiro, refletindo aumento de produção.

## Recomendações

Quanto à irrigação por gotejamento subsuperficial, antes de enterrar a mangueira, é importante verificar se os emissores não estão entupidos e, em seguida, realizar o monitoramento pela observação da presença ou não de bulbo úmido na superfície do solo.

Pode-se realizar tais estudos em outras localidades que têm outro tipo de solo, avaliando outros tipos de emissores ou fita de gotejamento. ■

### BIBLIOGRAFÍA

AZUD. s.f. Riego por goteo subterráneo. Consultado el 2 de febrero del 2013. Disponible en: [http://www.azud.com/riego/Aplicaciones/riego\\_por\\_goteo\\_subterráneo.aspx](http://www.azud.com/riego/Aplicaciones/riego_por_goteo_subterráneo.aspx).

CADAHÍA, C. 2005. Fertirrigación.: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3 ed. Madrid, ES. Mundi-Prensa. 683 p.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, MX). 2007. Sistema de riego por goteo subterráneo. Entendiendo el sistema de riego por goteo subterráneo. Compilador Chávez A. Fundación Produce. 48 p. Consultado el 28 de febrero del 2013. Disponible en: <http://simorg.geocyt.com/pdfs/ESTABLECIMIENTOS-Y-MANEJO-DE-CULTIVOS-FORRAJEROS-DE-RIEGO/Sistema%20Riego%20Subterráneo%20para%20la%20alfalfa.pdf>.

PADILLA, W. 2005. Fertilización de Suelos y Nutrición Vegetal. 4 ed. Quito, EC. Grupo Clínica Agrícola. p. 8

SUBIRÓS, F. 2000. El cultivo de la caña de azúcar. San José, CR. EUNED. 448 p.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE. 2004. San Miguel, SV. s.n.t. Consultado el 16 de enero del 2013. Disponible en: [http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/013892/013892\\_Cap1.pdf](http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/013892/013892_Cap1.pdf)

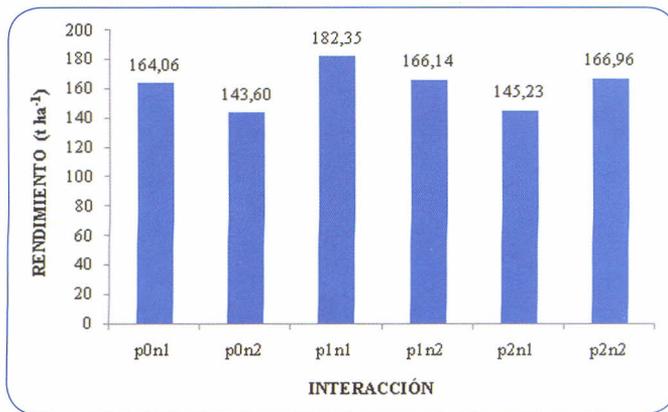


FIGURA 1 – Produtividade do tomateiro irrigado por gotejamento em três profundidades.

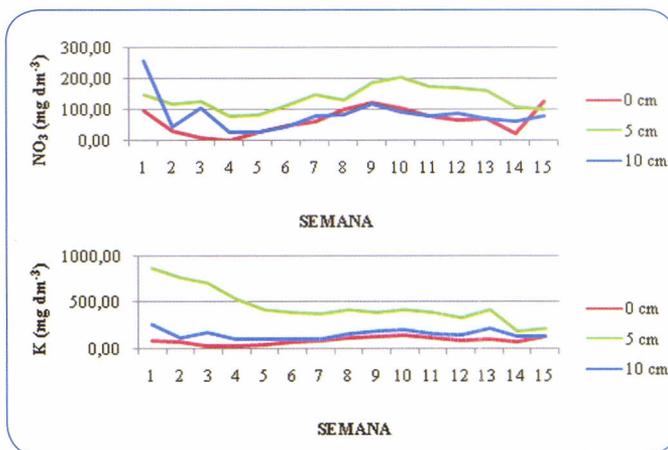


FIGURA 2 – A concentração de nitrato e potássio na solução do solo sob sistema de irrigação por gotejamento em três profundidades



Vista da cultura do tomateiro