EFECTO DE CUATRO LÁMINAS DE AGUA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. FA-144) DE INVERNADERO PRODUCIDO EN OTOÑO[1]

Effect of four levels of water application on yield and quality of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. FA-144) produced in autumn

Samuel Ortega-Farias[2], Javier Márquez[2], Héctor Valdés[2] y Juan H. Paillán[3]

ABSTRACT

A study was carried out from January to July 1997 in a greenhouse at the Panguilemo Experimental Station of the University of Talca, Chile (35°23' S lat, 71°40' W long, 110 m.s.n.m.) to evaluate the effect of different levels of irrigation water on the yield and quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. FA-144. The drip irrigation treatments were the application of 70% (T1), 100% (T2) and 150% (T3) of the real crop evapotranspiration (ETreal) and the control was the irrigation level that farmers usually apply in the region. The ETreal was estimated using the evaporation of a modified tray (diameter = 50 cm and depth = 25 cm), whose values were corrected by a local tray coefficient and the tomato crop coefficient. The results indicated that the total yield decreased with lower quantities of water with the highest production being reached by T3 and the control. Furthermore, fruit size was significantly larger with T3 than with the other treatments. Regarding the diameter, average weight and dry matter percentage no significant differences were observed among the treatments. On the other hand, soluble solids and fruit pulp pressure increased significantly with the reduction of water.

Key words: irrigation, crop evapotranspiration, soluble solids, fruit pulp pressure.

RESUMEN

Se realizó una investigación en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca (35°23' lat. Sur, 71°40' long. Oeste, 110 m.s.n.m.) con el objeto de evaluar el efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de un cultivo de tomates (*Lycopersicon esculentum* L.) cv. FA-144, regado por cintas, durante los meses de enero a julio de 1997. Los tratamientos correspondieron a una reposición de 70, 100 y 150% de la evapotranspiración real (ETreal), T1, T2 y T3, respectivamente, y un testigo que correspondió a las láminas de agua que el agricultor utiliza tradicionalmente en la zona. La ETreal del tomate se estimó usando la evaporación de una bandeja modificada (diámetro = 50 cm y altura = 25 cm), cuyos valores fueron corregidos por un coeficiente de bandeja local y el coeficiente de cultivo del tomate. Los resultados de este estudio

[1]Recepción de originales: 11 de mayo de 2000.
[2]Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Servicio Integrado de Agroclimatología y Riego (SIAR), Casilla 747, Talca, Chile. E-mail: sortega@pehuenche.utalca.cl
[3]Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Horticultura, Casilla 747, Talca, Chile. E-mail: hpaillan@pehuenche.utalca.cl

indicaron que el rendimiento total y comercial disminuyó a medida que se aplicaron cantidades de agua menores, siendo el testigo y el tratamiento de 150% de la ETreal (T3) los que alcanzaron las mayores producciones totales. Por otra parte, la producción de frutos de calibre extra y primera fue significativamente superior en T3 que en el resto de los tratamientos. En cuanto al diámetro ecuatorial y polar, y peso promedio, no se observaron diferencias significativas entre las distintas láminas de agua evaluadas; similar situación se observó en el porcentaje de materia seca. Por otro lado, los sólidos solubles y presión de pulpa de los frutos aumentaron significativamente con la reducción del agua.

Palabras clave: riego, evapotranspiración de cultivo, sólidos solubles, presión de pulpa de fruta.

INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de la programación del riego es proveer, en forma oportuna, la cantidad de agua apropiada a la planta para prevenir pérdidas de rendimiento y calidad de los productos agrícolas (Jensen, 1983). Para determinar la cantidad óptima de agua a aplicar durante el riego se deben conocer los requerimientos hídricos de los cultivos, los cuales dependen de la interacción entre el clima (temperatura, velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa y pluviometría), suelo (textura y propiedades físico-hídricas), y características propias de la planta (variedad, porcentaje de cobertura del cultivo, sistema radical, etc.) (Stewart y Hagan,1973; Varas, 1991).

La demanda hídrica de los cultivos está determinada por los procesos de evaporación desde el suelo y transpiración a través de la superficie foliar, que en su conjunto reciben el nombre de evapotranspiración real o de cultivo (ETreal). Existen numerosos métodos para determinar la ETreal en función de la información climática, siendo el método de la evaporación de la bandeja clase A el más usado por su bajo costo y fácil manejo (Ferreyra *et al.*, 1995; Ortega-Farías *et al.*, 1997; González y Ruz, 1999).

Se han realizado diversos estudios con el objetivo de determinar la cantidad de agua a reponer en un cultivo de tomates en base a diferentes porcentajes de la ETreal, obtenida a través de la evaporación de la bandeja clase A, tanto al aire libre como en invernadero, encontrándose generalmente un aumento de la producción al aumentar la cantidad de agua aplicada (Ferreyra, 1987; Oweis *et al.*, 1988; Mancini y Caliandro, 1989; Maroto *et al.*, 1995; Loscascio y Smajstrla, 1996; Morales *et al.*, 1996). Por otra parte, un exceso de riego puede afectar negativamente la calidad y favorecer la presencia de desórdenes fisiológicos y enfermedades (Adams y Ho, 1993; Nuez, 1995; Peet y Willits, 1995). La mayoría de los ensayos se han realizado en época de primavera y verano, siendo casi inexistentes las experiencias sobre programación del riego durante el período comprendido entre verano y otoño.

En base a los antecedentes anteriores, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento, calidad y desecho de tomate cv. FA-144, producido bajo invernadero y regado por cintas durante la época de verano y otoño en la zona de Talca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la Estación Experimental Panguilemo perteneciente a la Universidad de Talca (32°23'13" lat. Sur; 71°40'42" long. Oeste, 110,5 m.s.n.m.) durante los meses de enero a julio de 1997. El clima es de tipo mediterráneo, con temperaturas promedio que oscilan entre 19,7 y 10,9 °C para el período verano y otoño, respectivamente. El suelo corresponde a la serie Talca (tipo Alfisol) que presenta una textura franca de color pardo oscuro en el

horizonte superior (0-40 cm), y una textura arcillosa de color pardo rojizo oscuro en profundidad, drenaje moderado y capacidad de uso IIr, con limitaciones que afectan el arraigamiento de los cultivos debido al aumento en profundidad de la textura arcillosa. El horizonte superior, donde se concentra el 95% de las raíces, presenta una capacidad de campo, punto de marchitez permanente y densidad aparente de 28%, 18% y 1,35 g cm^{-3}, respectivamente.

Las plantas de tomates cv. FA-144 se establecieron el día 10 de enero de 1997, en un invernadero con estructura de madera tipo capilla, cubierto con un polietileno térmico transparente de 0,15 mm de espesor. La distancia de plantación fue de 35 cm sobre la hilera y 55 cm entre hileras, empleando dos hileras por mesa. La conducción de las plantas se efectuó a un eje mediante la poda de brotes laterales, y posterior despunte sobre el quinto racimo floral. El cultivar de tomate FA-144 se caracteriza por presentar un crecimiento indeterminado y frutos de prolongada vida de postcosecha.

El riego se efectuó por medio de cintas separadas a 55 cm que presentaban 5 puntos de emisión por metro, entregando un caudal de 5 L h^{-1} por metro lineal a una presión de trabajo de 55 kPa. La fertirrigación utilizada en todos los tratamientos fue de 71,7 g m^{-2} de N; 29,06 g m^{-2} de P_2O_5; 98,8 g m^{-2} de K_2O; 77,6 g m^{-2} de CaO; 11,7 g m^{-2} de MgO y 16,4 g m^{-2} de S_2O.

El diseño experimental empleado fue completamente al azar con cuatro tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones de 3,3 m de largo y 1,1 m de ancho. Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se utilizó el test de Duncan, con un intervalo de confianza del 95%. Los tratamientos efectuados consistieron en aplicar tres cargas de agua (150, 100 y 70 % de la ETreal), las cuales fueron comparadas (testigo) con las láminas de agua que el agricultor realiza tradicionalmente en la zona de Talca (Cuadro 1).

Cuadro 1. Programación del riego tradicional (cintas) aplicado por los productores de tomate de invernadero en la zona de Talca

Table 1. Irrigation scheduling (drip) applied by greenhouse tomato producers in the Region of Talca

Época	Frecuencia de riego	Tiempo de riego
Plantación a segundo racimo cuajado	3 días	30 minutos
Segundo a tercer racimo cuajado	2 días	30 minutos
Tercer a cuarto racimo cuajado	2 días	45 minutos
Cuarto a quinto racimo cuajado	diario	45 minutos

Para determinar los tiempos de riego se utilizó una bandeja de evaporación modificada, cuyas dimensiones fueron de 50 cm de diámetro y 25 cm de alto (Márquez, 1998). Esta bandeja fue ubicada en la parte central del invernadero sobre una estructura de madera de 15 cm sobre el nivel del suelo. De este modo, los tiempos de riego fueron determinados a través de la siguiente expresión (González y Ruz, 1999):

$$Tr = \frac{ETreal \quad Ps \quad AU}{Ea \quad q} \qquad (1)$$

donde:

Tr = tiempo de riego (h).
ETreal = evapotranspiración real o de cultivo (mm d^{-1}).
Ps = porcentaje de sombreamiento del área unitaria asignada a la planta (%).
AU = área asignada al cultivo o planta (m^2).
Ea = eficiencia de aplicación del riego por cinta (0,9).
q = caudal de la cinta de riego (5 L h^{-1} por metro lineal).

El porcentaje de sombreamiento o coeficiente de cobertura se asumió igual a 1, pues la superficie

regada se encontraba cubierta con mulch. La ETreal del tomate fue calculada utilizando la siguiente relación (Márquez, 1998):

$$ETreal = EBM \quad Kr \quad Kc \qquad (2)$$

donde:

EBM = evaporación de bandeja modificada (mm d^{-1}).
Kr = coeficiente de bandeja local (0,94).
Kc = coeficiente de cultivo.

El Kr fue obtenido realizando un análisis de regresión, a través del origen, entre los valores diarios de la evaporación medidos por la bandeja clase A (variable independiente) y modificada (variable dependiente) (Márquez, 1998). La frecuencia de riego fue diaria para aprovechar las ventajas del riego por cinta.

Se evaluó el rendimiento comercial y desecho durante la época de cosecha. Para el caso del rendimiento comercial los frutos fueron separados en extra (> 250 g), primera (150-250 g), segunda (100-149 g) y tercera (80-99 g). Los frutos del desecho fueron clasificados como de bajo calibre (< 80 g), florones o rosca, partidura (cracking), pudrición apical y daños por *Botrytis* y polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick).

Para evaluar la calidad comercial de los frutos de otoño se realizaron mediciones de peso individual, diámetro polar y ecuatorial, sólidos solubles, presión de pulpa y materia seca (Márquez, 1998). Para ello, se seleccionaron al azar cuatro frutos por tratamiento durante el período de cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta el volumen total de agua aplicado a un cultivo de tomate (enero-julio) bajo invernadero y regado con cinta para el testigo y un 70% (T1), 100% (T2) y 150% (T3) de la ETreal. Se puede observar que los volúmenes de agua usados por el agricultor (testigo) durante el período de crecimiento del tomate fueron muy superiores a los empleados en los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Al respecto se puede indicar que el testigo presentó un volumen total equivalente a 7.614 m^3 ha^{-1}, el cual fue casi tres veces mayor al volumen utilizado en el tratamiento T2. En relación a lo anterior, Mancini y Caliandro (1989), utilizando un 100% de la ETreal de tomate en invernadero, aplicaron un caudal total de 1.320 m^3 ha^{-1} y 2.720 m^3 ha^{-1} para los cultivares Asgrow y Vermar, respectivamente.

El efecto de la cantidad de agua aplicada sobre el rendimiento total, comercial y desecho, se presenta en el Cuadro 2. En este cuadro se puede apreciar un aumento en el rendimiento total y comercial al incrementar la dosis de agua en el cultivo del tomate, donde el testigo y T3, que no presentaron diferencias significativas, alcanzaron los más altos rendimientos totales y comerciales. Por otro lado, el tratamiento donde se aplicó un 100% de la ETreal, presentó el menor porcentaje de desechos comparado con el resto de los tratamientos. Estos rendimientos, si bien son menores a una producción normal de primavera debido a las condiciones ambientales más adversas del otoño (descenso en la temperatura y radiación solar), presentan una tendencia similar a los obtenidos por Ferreyra (1987), quien encontró que cargas crecientes de agua aplicada a tomates cultivados al aire libre (desde 0 a 130% de la ETreal) aumentan su rendimiento en forma lineal. Por su parte, Mancini y Caliandro (1989), quienes estudiaron el efecto de tres láminas de agua (50, 100 y 150% de la ETreal) sobre el rendimiento de tomate de invernadero, observaron los más altos rendimientos con un 100% de la ETreal.

En relación al rendimiento comercial, el estudio indicó que el tratamiento T3 presentó una mayor producción de fruta con calibre extra y primera en comparación al testigo, T1 y T2 (Cuadro 3). Con respecto a las características de los frutos obtenidos, el Cuadro 4 muestra que el diámetro (polar y ecuatorial) y peso de fruto no fueron

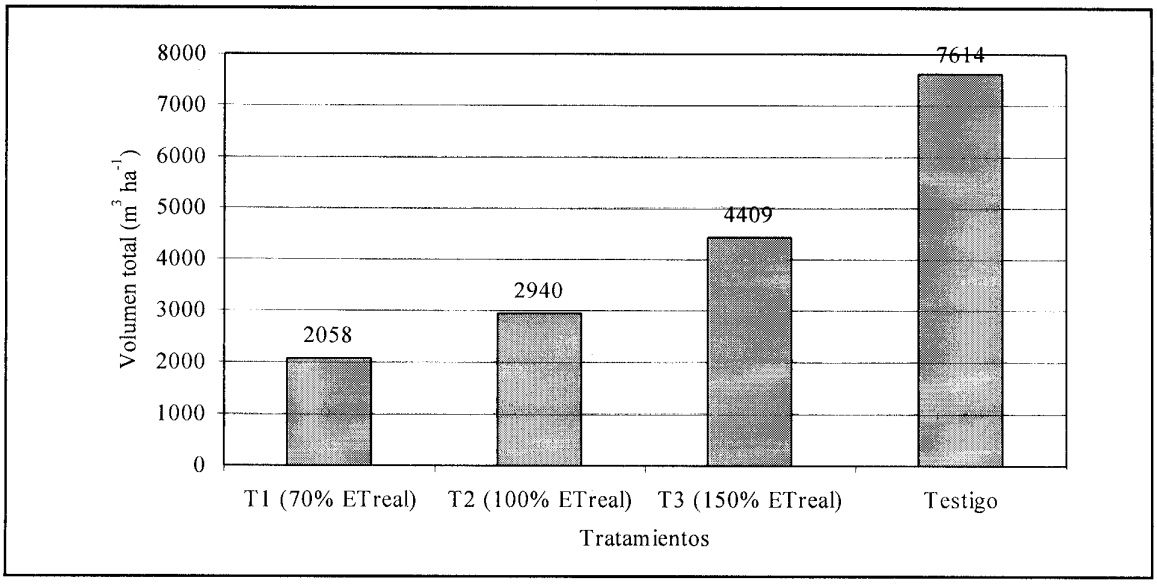

Figura 1. Volumen total de agua aplicada ($m^3 ha^{-1}$) a un cultivo de tomate bajo invernadero sometido a cuatro láminas de agua de riego.
ETreal = evapotranspiración real del cultivo de tomate.
Figure 1. Total water application ($m^3 ha^{-1}$) for a greenhouse tomato under four irrigation levels.

Cuadro 2. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento comercial y desecho de tomate (cv. FA-144) de invernadero producido en otoño
Table 2. Effect of four irrigation levels on marketable yield and waste fruits for a greenhouse tomato (cv. FA-144) produced in autumn

Tratamientos	Rendimiento comercial ($t ha^{-1}$)	Desecho ($t ha^{-1}$)	Rendimiento total ($t ha^{-1}$)
T1 (70% ETreal)	75,1 c*	39,5 a	114,6 b
T2 (100% ETreal)	80,5 b	36,1 b	116,6 b
T3 (150% ETreal)	88,9 a	41,5 a	130,4 a
T4 (Testigo)	87,9 a	43,3 a	131,2 a

*Valores con la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas entre los tratamientos (Duncan, $P \leq 0,05$).
ETreal = evapotranspiración real del cultivo de tomates.

afectados significativamente por el aumento de la carga de agua aplicada en el cultivo de tomate. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Tuzel *et al.* (1993) y Fritsch *et al.* (1980), quienes encontraron frutos con un diámetro ecuatorial superior al aumentar las tasas de riego. Asimismo, el peso promedio de frutos observado por estos últimos investigadores disminuyó a medida que se aplicó una menor cantidad de agua (reposición de un 100 a 40% de la ETreal), alcanzando valores que fluctuaron entre 105 y 70 g por fruto para el tratamiento con mayor y menor agua, respectivamente.

Cuadro 3. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el calibre de los frutos comerciales de tomate cv. FA-144 de invernadero producido en otoño

Table 3. Effect of four irrigation levels on fruit size for a greenhouse tomato cv. FA-144 produced in autumn

Tratamientos	Extra y primera (> 150 g)	Segunda (150-100 g)	Tercera (80-99 g)
T1 (70% ETreal)	54,4 c *	14,5 b	6,3 b
T2 (100% ETreal)	58,1 b	15,5 b	6,9 a
T3 (150% ETreal)	63,6 a	18,6 ab	6,7 a
T4 (Testigo)	59,6 b	21,7 a	6,8 a

*Valores con la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas entre los tratamientos (Duncan, P ≤ 0,05).

**ETreal = evapotranspiración real del cultivo de tomates.

Cuadro 4. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el diámetro y peso de los frutos de tomate cv. FA-144 de invernadero producido en otoño

Table 4. Effect of four irrigation levels on fruit diameter and weight for greenhouse tomato cv. FA-144 produced in autumn

Tratamientos	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso (g/fruto)
T1 (70% ETreal)	7,06 a*	5,78 a	179 a
T2 (100% ETreal)	7,04 a	5,74 a	179 a
T3 (150% ETreal)	7,28 a	5,88 a	194 a
T4 (Testigo)	7,00 a	6,08 a	194 a

*Valores con la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas entre los tratamientos (Duncan, P ≤ 0,05).

ETreal = evapotranspiración real del cultivo de tomates.

El efecto de la carga de agua sobre el desecho se presenta en el Cuadro 5, donde se puede observar que a medida que aumenta la aplicación de agua se produce un incremento de frutos con daños por *Botrytis* y partidura; lo opuesto ocurrió con la pudrición apical, donde sólo el tratamiento T1 presentó este problema. En relación a los otros componentes del desecho, el estudio indicó que los tratamientos T3 y T4 presentaron los mayores problemas de rosca y frutos muy pequeños (menores a 80 g). En el caso de la polilla del tomate no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Los resultados anteriores concuerdan con los reportados por Nuez (1995), quien encontró que el exceso de agua más allá de los valores de la ETreal en la fase final del cultivo, aumentó la predisposición del fruto a enfermedades, debido a los golpes sufridos durante la recolección y transporte, incrementando el porcentaje de frutos podridos. Además, este mismo autor indicó que la partidura ("cracking") que se produce por un aumento de la presión de turgor de las células de los frutos, es originada fundamentalmente por el exceso de agua aplicada en el riego durante la cosecha. También, Peet y Willits (1995) indicaron que el aumento excesivo de agua en el perfil del suelo aumentaría significativamente la presión de turgor en los frutos favoreciendo la incidencia de este desorden. Similares resultados fueron obtenidos por Maroto *et al.* (1995), quienes encontraron que dosis crecientes de agua (50, 100 y 150% de ETreal) aumentaron la presencia de partidura en tomate cultivado bajo invernadero, sin embargo, a medida que se dismi-

nuyó el agua aplicada la cantidad de frutos afectados por pudrición apical aumentó. Ferreyra (1987) encontró que la incidencia de pudrición apical aumentaba linealmente con dosis menores a 7.000 m^3 ha^{-1} en tomate industrial regado por aspersión. Este problema fisiológico se asocia a una deficiencia de calcio en el fruto, que se produce porque la planta no está evapotranspirando el agua necesaria para movilizar este elemento (Adam y Ho, 1993).

Con respecto al porcentaje de materia seca, no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los distintos tratamientos evaluados (Cuadro 6). También se encontró que los sólidos solubles y la presión de pulpa se incrementaron a medida que disminuyó la carga de agua aplicada al cultivo. Al respecto, Sanders *et al.* (1989) y Adams (1990), también encontraron que restricciones de agua a plantas de tomate reducen el contenido de agua en frutos, pero incrementan el contenido de sólidos solubles (Nuez, 1995), azúcar, ácido y potasio. Asimismo, en relación a la presión de pulpa, Hedge y Srinivas (1990) encontraron un aumento significativo de ésta al disminuir el agua aplicada a un cultivo de tomates.

Cuadro 5. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el desecho de frutos de tomate cv. FA-144 de invernadero producido en otoño

Table 5. Effect of four irrigation levels on waste fruits for a greenhouse tomato cv. FA-144 produced in autumn

Tratamientos	Pudrición (*Botrytis*) (t ha^{-1})	Partidura (t ha^{-1})	Pudrición apical (t ha^{-1})	Otros[1] (t ha^{-1})
T1 (70% ETreal)	5,3 b*	8,4 b	3,8 a	22,0 b
T2 (100% ETreal)	3,1 c	10,5 a	0,0 b	22,5 b
T3 (150% ETreal)	5,8 a	12,4 a	0,0 b	23,3 a
T4 (Testigo)	6,1 a	12,5 a	0,0 b	24,4 a

*Valores con la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas entre los tratamientos (Duncan, $P \leq 0,05$).

ETreal = evapotranspiración real del cultivo de tomates.

[1]Incluye los frutos con daño por polilla, rosca y tamaño de fruto < 80 g.

Cuadro 6. Efecto de cuatro láminas de agua sobre la materia seca, sólidos solubles y presión de pulpa en frutos de tomate cv. FA-144 de invernadero producido en otoño

Table 6. Effect of four irrigation levels on dry matter, soluble solids and fruit pressure for a greenhouse tomato cv. FA-144 produced in autumn

Tratamientos	Materia seca (%)	Sólidos solubles (°Brix)	Presión pulpa	
			kPa	(libras/pulg^2)
T1 (70% ETreal)	7,0 a*	4,6 a	19,99	(2,9) a
T2 (100% ETreal)	7,3 a	4,4 b	19,30	(2,8) a
T3 (150% ETreal)	6,5 a	4,1 c	16,55	(2,4) b
T4 (Testigo)	6,0 a	4,1 c	15,86	(2,3) b

*Valores con la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0,05$).

ETreal = evapotranspiración real del cultivo de tomates.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indicaron que el tratamiento T3 (150% de la ETreal) y el testigo presentaron el mayor rendimiento comercial con respecto a los tratamientos T1 y T2. Sin embargo, con el tratamiento T3 se obtuvo la mejor calidad de tomate comercial en comparación a los otros tratamientos y al testigo. También se puede indicar que el tratamiento T3 significó un ahorro de agua equivalente al 73% con respecto a los volúmenes de agua que tradicionalmente utilizan los productores de tomates bajo invernadero en la zona de Talca.

Por otro lado, la incidencia de *Botrytis* y partidura aumentó significativamente al aumentar los volúmenes de agua aplicados en el sistema de riego por cintas. Por el contrario, la presencia de pudrición ápical sólo fue observada en el tratamiento T1, que correspondió al 70% de la ETreal. Finalmente, los sólidos solubles y la presión de pulpa fueron incrementándose a medida que se disminuyó la carga de agua aplicada al tomate, alcanzando los mayores valores el tratamiento T1.

LITERATURA CITADA

Adams, P. 1990. Effects of watering on the yield, quality and composition of tomatoes grown in bags of peat. J. Hortic. Sci. 65:667-674.

Adams, P., and L.C. Ho. 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. Plant Soil 154:127-132.

Ferreyra, R. 1987. Efecto de diferentes alturas de agua sobre el cultivo del tomate *(Lycopersicon esculentum* Mill.). Relación evapotranspiración - rendimiento. Agricultura Técnica (Chile) 47:254-259.

Ferreyra, R., J. Peralta, G. Sellés, N. Fritsch, F. Contador, y A. Rubio. 1995. Respuesta del cultivo del espárrago *(Asparagus officinalis* L.) a distintos regímenes de riego durante las dos primeras temporadas de establecimiento. Agricultura Técnica (Chile) 55:1-8.

Fritsch, N., C. Stockle, G. Sellés Van Sch, y J. Salgado. 1980. Determinación de la tasa de riego en tomates regados por goteo. Investigación Agrícola 6:79-86.

González, M., y E. Ruz. 1999. Efecto de la aplicación de diferentes volúmenes de agua de riego y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tomate industrial. Agricultura Técnica (Chile) 59:319-330.

Hedge, D., and K. Srinivas. 1990. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on yield, nutrient uptake, and water use of tomato. Gartenbauwissenschaft 55:173-177.

Jensen, M. 1983. Design and operation of farm irrigation systems. 829 p. American Society of Civil Engineers, New York, USA.

Locascio, S., and A. Smajstrla. 1996. Water application scheduling by pan evaporation for drip-irrigated tomato. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 121: 63-68.

Mancini, L. and A. Caliandro. 1989. The effect of irrigation method and regime on greenhouse salad tomatoes. Irrigazione e Drenaggio 36:70-73.

Maroto, J., S. López, A. Bardisi, B. Pascual, and J. Alagarda. 1995. Influence of irrigation dosage and its form of application on cracking response in cherry tomato fruits. Acta Hortic. 379:181-185.

Márquez, J. 1998. Determinación de las necesidades de agua en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. FA-144) de otoño bajo invernadero en la zona de Talca. 83 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca, Escuela de Agronomía, Talca, Chile.

Morales, D., J. Dell'Amico, E. Jerez, J. Alfonso, P. Rodríguez, and T. Berenguer. 1996. Performance of different tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) varieties cultivated under various irrigation regimes. Cultivos tropicales 17:32-35.

Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. 793 p. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

Ortega-Farías, S., R.H. Cuenca, B. Soliz, y C. Ortíz. 1996. Evaluación del calor latente usando la ecuación de Penman-Monteith, con un valor variable de la resistencia de la cubierta vegetal a la transferencia de vapor de agua. Ciencia e Investigación Agraria 23:113-118.

Oweis, T., M. Shatanawi, and O. Ghawi. 1988. Optimal irrigation management for protected tomato in the Jordan Valley. Dirasat 15:104-118.

Peet, M.M., and D.H. Willits. 1995. Role of excess water in tomato fruit cracking. HortScience 30:65-68.

Sanders, D., T. Howell, M. Hile, L. Hodges, D. Meek, and C. Phene. 1989. Yield and quality of processing tomatoes in response to irrigation rate and schedule. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 114:904-908.

Stewart, I., and R. Hagan. 1973. Functions to predict effects of crop water deficits. J. Irrig. Drain. Div. Am. Soc. Civ. Eng. 23:421-439.

Tuzel, Y., and I. Tuzel. 1993. Effects of different irrigation intervals and rates on spring-season glasshouse tomato production: I. Yield and plant growth. Acta Hortic. 366:381-388.

Varas, E. 1991. Efectos del déficit de agua sobre los cultivos: Tomate. Tecnologías de riego. p. 74-75. Boletín Técnico N° 168. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile.