

INVESTIGACIÓN

EFFECTO DE CUATRO LÁMINAS DE AGUA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TOMATES DE INVERNADERO PRODUCIDO EN PRIMAVERA-VERANO¹

Effect of four levels of water application on yield and quality of greenhouse tomatoes produced in spring-summer¹

Samuel Ortega-Farías^{2*}, Ben-Hur Leyton², Hector Valdés² y Hernán Paillán³

ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the effect of four levels of water application on the yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Presto produced in a greenhouse at the Panguilemo Experimental Station, of the University of Talca (35°23'S lat; 71° W long; 110 m.a.s.l.), during the period August 2000 and January 2001. The irrigation treatments were application of 60 (T1), 100 (T2) and 140% (T3) of the actual evapotranspiration (ET_{real}) and a control (T4) was the irrigation level that farmers traditionally apply in the region. The results indicated that the largest total yield (180 t ha⁻¹) was obtained by treatment T3, followed by treatment T4. The largest commercial yields were observed in treatments T3 and T4, which corresponded to 129.8 and 120.3 t ha⁻¹, respectively. The diameter and weight of fruit were reduced as the water application decreased, but soluble solids and dry matter increased. The treatment T3 was the best combination of yield and quality of greenhouse tomatoes with a 72% reduction of water application in comparison with T4.

Key words: irrigation, *Lycopersicon esculentum*, soluble solids, dry matter, yield.

RESUMEN

Se realizó una investigación para evaluar el efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de un cultivo de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Presto, producido en invernadero en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca (35°23' lat. Sur; 71°40' long. Oeste; 110 m.s.n.m.), durante los meses de agosto de 2000 a enero de 2001. Los tratamientos de riego correspondieron a una reposición de 60 (T1), 100 (T2) y 140% (T3) de la evapotranspiración real (ET_{real}) y un testigo (T4) que correspondió a las láminas de agua que los agricultores utilizan tradicionalmente en la zona. Los resultados indicaron que el mayor rendimiento total (180 t ha⁻¹) fue obtenido en el tratamiento T3, seguido por el testigo. Los mayores rendimientos comerciales fueron observados en los tratamientos T3 y T4, los cuales correspondieron a 129,8 y 120,3 t ha⁻¹, respectivamente. El diámetro y peso de los frutos fueron reducidos a medida que se aplicaron cantidades de agua menores; por el contrario, los sólidos solubles y el peso seco fueron aumentados. El tratamiento T3 presentó la mejor combinación de rendimiento y calidad para el cultivo de tomate producido en invernadero, con una reducción de un 72% en la aplicación de agua en comparación al tratamiento T4.

Palabras clave: riego, *Lycopersicon esculentum*, sólidos solubles, materia seca, rendimiento.

¹ Recepción de originales: 25 de marzo de 2002.

Investigación financiada con apoyo de FONDEF-INFRAESTRUCTURA N° D96F1003.

² Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA), Casilla 747, Talca, Chile. E-mail: sortega@utalca.cl *Autor para correspondencia.

³ Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Horticultura, Casilla 747, Talca, Chile

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la programación del riego es determinar el volumen óptimo de agua a aplicar en cada período de crecimiento del cultivo, con el objeto de maximizar el rendimiento y calidad de los productos agrícolas. Para lograr este objetivo es fundamental realizar una calibración local de la metodología usada para cuantificar la evapotranspiración real (ETreal) de los cultivos, la cual depende principalmente de las condiciones climáticas y del estado fenológico de la planta (Tarantino *et al.*, 1982). Existen diversos modelos para estimar la ETreal, donde destaca el uso de la bandeja de evaporación para programar el riego en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) producido en invernadero y regado por goteo o cinta (Castilla *et al.*, 1990; Ortega-Farías *et al.*, 2001).

Se han realizado varias investigaciones con el objetivo de determinar la cantidad de agua a reponer en cultivos de tomates, basadas en diferentes porcentajes de la ETreal obtenida a través de la evaporación de la bandeja clase A. Estos estudios se han realizado al aire libre y en invernadero, encontrándose generalmente un aumento de la producción al aumentar la cantidad de agua aplicada (Mancini y Caliandro, 1989; Tuzel y Tuzel, 1993; Komamura *et al.*, 1994; Maroto *et al.*, 1995; Loscascio y Smajstrla, 1996; Ortega-Farías *et al.*, 2001). Sin embargo, Pascual *et al.* (1998) establecieron distintas cargas de agua (reposición de 40, 80 y 120% de la ETreal) en tomate cultivado bajo invernadero, pero no encontraron diferencias significativas en el rendimiento total para los tratamientos evaluados. Es así, que Méndez (1995) señaló que el máximo rendimiento y calidad en la producción hortícola, bajo una determinada condición edafoclimatológica, sólo podrá obtenerse con tecnologías generadas y adaptadas a las condiciones específicas de suelo, cultivo y clima. Por otro lado, Ortega-Farías *et al.* (2001) indicaron que una correcta aplicación de agua, en base a la calibración local de la bandeja de evaporación para estimar la ETreal en los diferentes períodos fenológicos del tomate, permitió mejorar la calidad, reducir desórdenes fisiológicos y disminuir la incidencia de enfermedades.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento, calidad y desecho de tomate producido bajo invernadero y regado por cintas durante la época de primavera y verano en la zona de Talca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Panguilemo (32°23' lat. Sur; 71°40' long. Oeste; 110,5 m.s.n.m.) perteneciente a la Universidad de Talca, entre el 7 de agosto de 2000 y el 20 de enero de 2001. El clima de la zona es de tipo mediterráneo y se caracteriza por un régimen de temperatura media anual de 15°C. Las condiciones climáticas del invernadero en el cual se desarrolló el cultivo de tomate se presentan en las **Figuras 1 y 2**. El suelo del invernadero corresponde a la serie Talca (tipo Alfisol) cuyo horizonte superior (0-40 cm) es de textura franca con una capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y densidad aparente (Da), de 28%, 18% y 1,35 g cm⁻³, respectivamente.

Las plantas de tomate cv. Presto de crecimiento indeterminado se establecieron el 7 de agosto de 2000 dentro de un invernadero de madera tipo capilla de 210 m² de superficie, cubierto con polietileno térmico transparente de 0,15 mm de espesor (IR). El invernadero estaba dotado con un sistema manual de ventilación frontal, lateral y cenital. Las plantas se distribuyeron sobre platabandas de 1 m de ancho, en hilera simple, a una distancia de plantación de 20 cm sobre la hilera y fueron conducidas a un eje mediante la poda de brotes laterales, y posterior despunte sobre el séptimo racimo floral. El riego en la platabanda se efectuó por medio de dos cintas, con 5 emisores por metro, separadas a 30 cm, que entregaban cada una un caudal de 5 L h⁻¹ por metro lineal.

Las mediciones de humedad volumétrica del suelo fueron realizadas dos veces por semana usando un medidor de humedad de suelo (Time Domain Reflectometry (TDR), Trase System Inc., California, USA) a una profundidad de 40 cm, donde se concentra el mayor porcentaje de raíces

efectivas. Para esto en cada tratamiento se instalaron cuatro pares de guías de acero inoxidable, que quedaron fijas en el suelo durante todo el ciclo de crecimiento del tomate. Además

se estableció un valor crítico de humedad volumétrica (Hcr) equivalente a 23%, el cual fue calculado usando un criterio de riego del 50% (Cuenca, 1989).

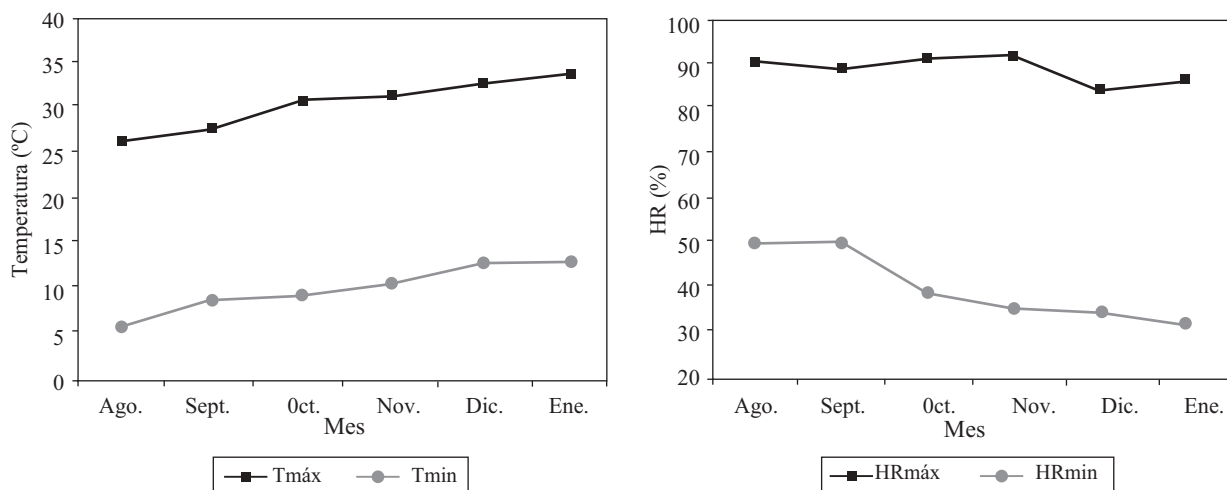


Figura 1. Temperatura máxima (Tmax) y mínima (Tmin) y humedad relativa máxima (HRmax) y mínima (HRmin) al interior de un invernadero de tomate (entre agosto 2000 y enero 2001).

Figure 1. Maximum (Tmax) and minimum (Tmin) temperatures and maximum (HRmax) and minimum (HRmin) relative humidity inside a tomato greenhouse (between August 2000 and January 2001).

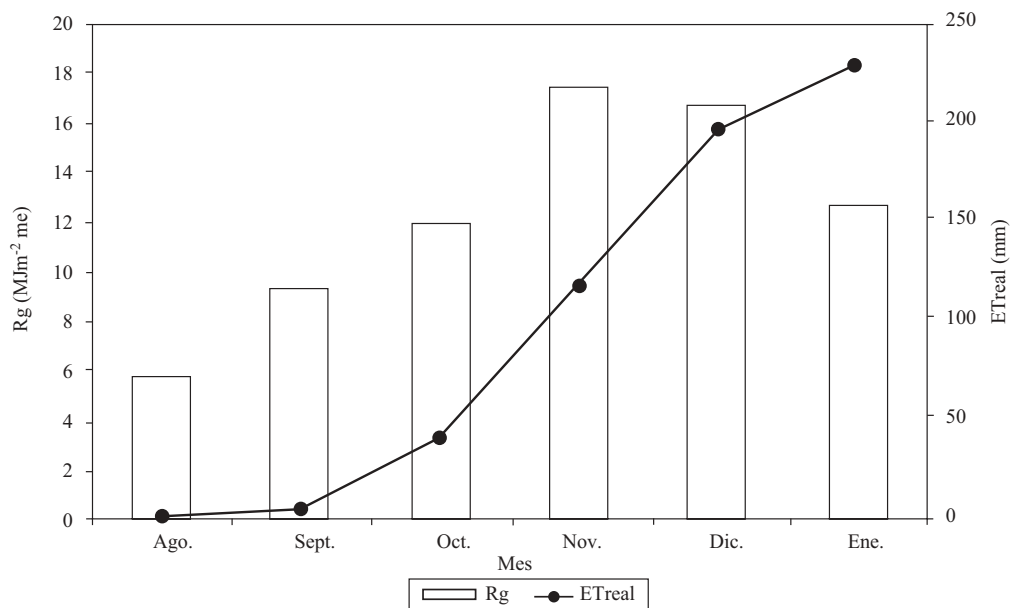


Figura 2. Radiación solar (Rg) y evapotranspiración real acumulada (ETreal) al interior de un invernadero de tomate (entre agosto 2000 y enero 2001).

Figure 2. Solar radiation (Rg) and cumulative real evapotranspiration (ETreal) inside a tomato greenhouse (between August 2000 and January 2001).

La fertilización total utilizada en todos los tratamientos constó de 39,0 g m⁻² de N, 16,6 g m⁻² de P₂O₅, 60,6 g m⁻² de K₂O, 21,5 g m⁻² de CaO, y 2,9 g m⁻² de MgO. Previo a la plantación se aplicó un 30% de la dosis total en forma sólida al suelo usando superfosfato triple, sulfato de potasio, urea y sulfato de magnesio. El 70% de la fertilización restante fue aplicada en forma soluble durante el ciclo de crecimiento en base a Ultrasol (Soquimich), nitrato de calcio (Norks Hydro ASA) y fosfato monoamónico (Norks Hydro ASA).

El diseño estadístico fue en bloque completo al azar con cuatro tratamientos de riego y cuatro repeticiones dando como resultado 16 unidades experimentales de 7,2 m² de superficie (7,2 m de largo y 1 m de ancho). Los tratamientos consistieron en aplicar tres láminas de agua: 60% (T1), 100% (T2) y 140% (T3) de la ETreal, según bandeja de evaporación, las cuales fueron comparadas con las láminas de riego (T4) que aplican los agricultores en la zona de Talca (**Cuadro 1**). Para determinar las diferencias entre los tratamientos se utilizó el test de Duncan, con un intervalo de confianza de 95%.

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

Table 1. Traditional 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 séptimo racimo cuajado	diario	1 hora

Fuente: Marquéz. 1998

Para determinar los tiempos de riego en los tratamientos T1, T2 y T3, se utilizó una bandeja de evaporación modificada, cuyas dimensiones fueron 50 cm de diámetro y 25 cm de alto (Ortega-Farías *et al.*, 2001). Para evitar sombreamiento, esta bandeja fue ubicada en la parte central del invernadero, sobre una estructura de madera a 15 cm sobre el nivel del suelo. De este modo, el tiempo de riego fue determinado a través de la siguiente expresión (González y Ruz, 1999):

$$Tr = \frac{ET_{real} Ps AU}{Ea q} \quad (1)$$

donde Tr = tiempo de riego (h); ET_{real} = evapotranspiración real del tomate (mm d⁻¹); Ps = porcentaje de sombreamiento del área unitaria asignada a la planta (%); AU = área asignada a la planta (m²); 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%, debido a una

cubierta plástica utilizada en las platabandas que evita la evaporación de agua desde el suelo. Por su parte, la ET_{real} del tomate fue calculada utilizando la siguiente relación (Ortega-Farías *et al.*, 2001):

$$ET_{real} = EBM K_p K_r K_c \quad (2)$$

donde EBM = evaporación de bandeja modificada (mm d⁻¹); K_p = coeficiente de bandeja (0,7); K_r = ajuste de la bandeja modificada (0,94); K_c = coeficiente de cultivo (Gianquinto *et al.*, 1990) (**Cuadro 2**).

Los frutos fueron colectados dos a tres veces por semana, una vez que alcanzaron 30% de color de cubrimiento, y se determinó el rendimiento comercial y total. Para el caso del rendimiento comercial los frutos fueron separados por peso en calidades: extra (> 250 g), primera (150-250 g), segunda (100-149 g) y tercera (80-99 g). A su vez los frutos del desecho fueron clasificados como de bajo peso (< 80 g), con partidura (cracking),

con pudrición apical, y con daños por *Botrytis* y polilla (*Tuta absoluta* Meyrick). La incidencia en los frutos de partidura, pudrición apical, *Botrytis* y polilla fue realizada en forma visual. Asimismo, se evaluó la calidad de los frutos producidos según su peso individual, diámetro polar y

ecuatorial, sólidos solubles (refractómetro, ATAGO modelo N-1), presión de pulpa (presionómetro, Veto modelo FT 327), y materia seca (MS). Para ello, se seleccionaron al azar tres frutos por unidad experimental (o repetición) dentro del período de cosecha.

Cuadro 2. Coeficientes de cultivo (Kc) para los distintos estados fenológicos del cultivo de tomate bajo invernadero.

Table 2. Crop coefficients (Kc) for several phenological stages of the tomato crop cultivated under greenhouse.

Kc	Estado fenológico				
	Trasplante a 1 ^a flor abierta	Flor abierta 1 ^{er} racimo a inicio cuaja 3 ^{er} racimo	Inicio cuaja 3 ^{er} racimo a inicio cosecha	Inicio cosecha a 50% cosecha	50% cosecha a 100% cosecha
	0,1 – 0,4	0,45 – 0,95	0,95 – 1,4	1,4 – 1,2	1,2

Fuente: Gianquito *et al.*, 1990.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los volúmenes de agua aplicados para los tratamientos con reposición de un 60 (T1), 100 (T2) y 140% (T3) de la ETreal y el testigo (T4), se presentan en la **Figura 3**. Los resultados obtenidos indican que los volúmenes de agua aplicados por el agricultor (testigo), basado en su conocimiento empírico, fueron muy superiores a los utilizados en los tratamientos según la reposición de distintas proporciones de la ETreal. Así, el volumen de agua aplicado en T4 (5.493 m³ ha⁻¹) fue dos veces mayor que el volumen aplicado en T2 (2.419 m³ ha⁻¹). Lo anterior queda reflejado en la **Figura 4d**, donde los niveles de humedad volumétrica del suelo se incrementaron a partir del 14 de noviembre y se mantuvieron por sobre la capacidad de campo (CC) hasta el 3 de enero. En cambio, los niveles de humedad en el suelo para T2 y T3 estuvieron entre CC y Hcr (**Figuras 4b y 4c**). En el caso de T1, la humedad de suelo estuvo bajo Hcr a partir de noviembre y hasta la cosecha (4a).

Estos resultados coinciden con lo observado por Ortega-Farías *et al.* (2001), en tomate cultivado bajo invernadero en el período de verano–otoño, quienes encontraron que los agricultores aplicaron un volumen total (7.614 m³ ha⁻¹) tres veces superior al volumen correspondiente al 100% de la ETreal.

En relación con el consumo de agua para cada período fenológico, la **Figura 3** indica que la mayor demanda hídrica del tomate se encontró entre inicio y fin de cosecha. En este período el tomate consumió 58; 62; 63; y 72% del volumen total para T1, T2, T3 y T4, respectivamente.

El efecto de la cantidad de agua aplicada sobre el rendimiento total, comercial y desecho se presenta en el **Cuadro 3**. Se puede observar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos para el rendimiento total, comercial y desecho. Los rendimientos total y comercial aumentaron a medida que se incrementó la dosis de agua de riego. El mayor rendimiento total (180 t ha⁻¹) fue obtenido en el tratamiento T3 seguido por el testigo. Por otro lado, los mayores rendimientos comerciales fueron observados en los tratamientos T3 y T4, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí. Estos resultados coinciden con Vanadia *et al.* (1982), Eliades y Orphanos (1986) y Ortega-Farías *et al.* (2001), quienes indicaron que el rendimiento comercial y total aumenta al aumentar la reposición hídrica en tomate cultivado bajo invernadero. Los mayores rendimientos comerciales obtenidos por Vanadia *et al.* (1982) y Eliades y Orphanos (1986) fueron de 145 t ha⁻¹ para 125% de la ETreal, y de 135 t ha⁻¹ para 140% de la ETreal, respectivamente.

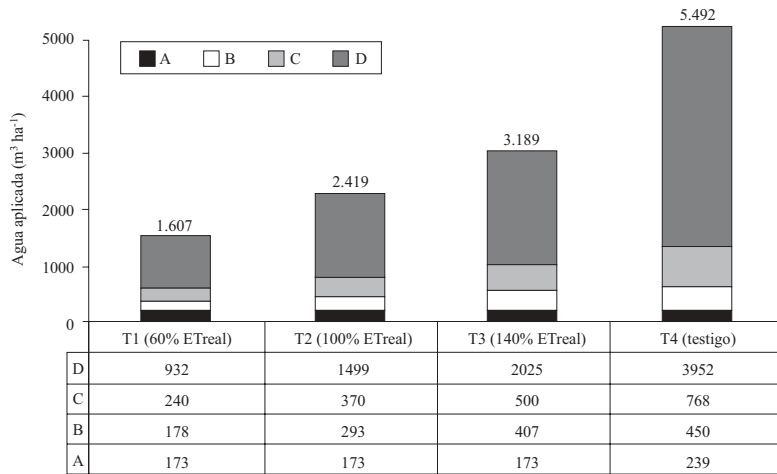


Figura 3. Volumen total de agua aplicado ($m^3 ha^{-1}$) en diferentes períodos fenológicos a un cultivo de tomate bajo invernadero sometido a cuatro tasas de riego. Talca, Chile.

Figure 3. Total water applied ($m^3 ha^{-1}$) at different phenological stages to a greenhouse tomato submitted to four irrigation levels. Talca, Chile.

A = trasplante a inicio floración; B = inicio floración a tercer racimo cuajado.
 C = tercer racimo cuajado a inicio de cosecha; D = inicio a término de cosecha.

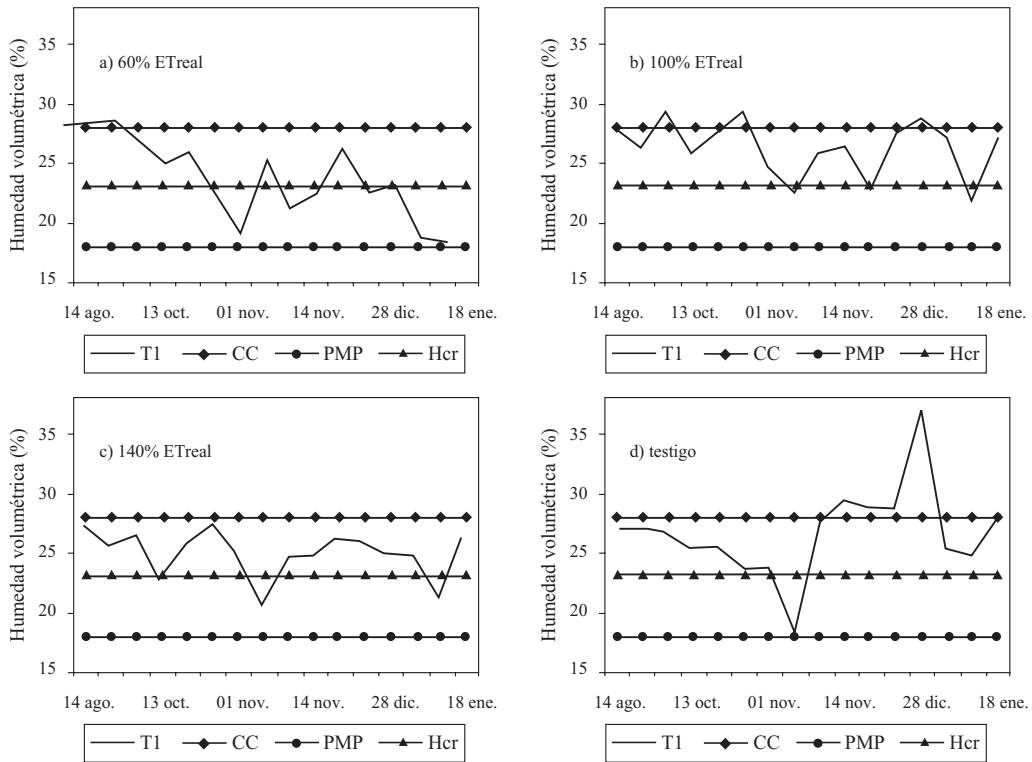


Figure 4. Evolución del contenido de humedad volumétrica del suelo para cada tratamiento. Valores de capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y humedad crítica (Hcr) son incluidos.

Figure 4. Evolution of volumetric soil moisture content for each treatment. Values of field capacity (CC), wilting point (PMP) and critical moisture (Hcr) are included.

Cuadro 3. Efecto de cuatro tasas de riego sobre el rendimiento comercial, desecho y total de tomate (cv. Presto) de invernadero producido en primavera-verano.

Table 3. Effect of four irrigation levels on commercial yield, waste and total yield for a tomato greenhouse (cv. Presto) produced in spring-summer.

Tratamientos	Rendimiento comercial (t ha ⁻¹)	Desecho (t ha ⁻¹)	Rendimiento total (t ha ⁻¹)
T1 (60% ETreal)	84,0 c*	50,6 b	134,6 c
T2 (100% ETreal)	105,3 b	46,5 ab	151,8 b
T3 (140% ETreal)	129,8 a	50,5 b	180,3 a
T4 (testigo)	120,3 ab	42,2 a	162,6 b

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 tomate.

En relación con la distribución del rendimiento comercial según peso, el estudio indicó que los tratamientos T3 y T4 presentaron la mayor proporción de frutos con calidades extra y de primera en comparación a los tratamientos T1 y T2 (**Cuadro 4**). Por otro lado, no se observaron diferencias

significativas entre los tratamientos para las calidades segunda y tercera. Resultados semejantes fueron obtenidos en investigaciones de Vanadia *et al.* (1982), quienes observaron que la proporción de frutos de primera calidad aumentó de 61,3 a 70% con el aumento de los tiempos de riego.

Cuadro 4. Efecto de cuatro tasas de riego sobre el peso de los frutos comerciales de tomate (cv. Presto) de invernadero producido en primavera-verano.

Table 4. Effect of four irrigation levels on fruit weight of greenhouse tomato (cv. Presto) produced in spring-summer.

Tratamientos	Extra y primera (> 150 g) (t ha ⁻¹)	Segunda (150-100 g) (t ha ⁻¹)	Tercera (80-99 g) (t ha ⁻¹)
T1 (60% ETreal)	58,6 c*	18,7 a	6,8 a
T2 (100% ETreal)	76,8 b	22,6 a	5,9 a
T3 (140% ETreal)	100,9 a	22,7 a	6,2 a
T4 (testigo)	94,4 a	20,2 a	5,7 a

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

Por otra parte, la cantidad de agua aplicada afectó significativamente las características físicas de los frutos obtenidos (**Cuadro 5**), con una disminución progresiva del diámetro (polar y ecuatorial) y peso de los frutos a medida que se redujo el tiempo de riego. Resultados similares fueron observados por Fritsch (1980), y Tuzel y Tuzel (1993), quienes encontraron frutos con un diámetro ecuatorial superior al aumentar la carga de agua aplicada. Sin embargo, estudios realizados por Vanadia *et al.* (1982) y Ortega-Farías *et al.* (2001), indicaron efecto nulo del tiempo de riego sobre las características físicas de los frutos de tomate producidos en invernadero.

En el Cuadro 3 se observa que el tratamiento T4 presentó una menor proporción de desecho en comparación a los tratamientos T1 y T3. En relación con la distribución del desecho, el **Cuadro 6** indica que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, para todas las categorías de desecho. Estos resultados no concuerdan con Ortega-Farías *et al.* (2001), quienes indicaron que a medida que aumenta la aplicación de agua se produce un incremento de frutos con daños por *Botrytis* y partidura. Por otro lado, Maroto *et al.* (1995) indicaron que una reducción del tiempo de riego incrementa la pudrición apical.

Cuadro 5. Efecto de cuatro láminas de riego sobre el diámetro y peso de los frutos de tomate (cv. Presto) de invernadero producido en primavera-verano.**Table 5. Effect of four irrigation levels on fruit size and weight of greenhouse tomato (cv. Presto) produced in spring-summer.**

Tratamientos	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso (g fruto ⁻¹)
T1 (60% ETreal)	5,4 c*	6,8 c	162,3 c
T2 (100% ETreal)	5,8 b	7,3 b	182,9 b
T3 (140% ETreal)	6,1 ab	7,8 a	199,1 ab
T4 (testigo)	6,2 a	7,8 a	202,2 a

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

Cuadro 6. Efecto de cuatro láminas de riego sobre el desecho de frutos de tomate (cv. Presto) de invernadero producido en primavera-verano.**Table 6. Effect of four irrigation levels on waste fruit of greenhouse tomato (cv. Presto) produced in spring-summer.**

Tratamientos	Bajo calibre (80 g) (t ha ⁻¹)	Pudrición apical (t ha ⁻¹)	Polilla (t ha ⁻¹)	Botrytis (t ha ⁻¹)	Partidura (Cracking) (t ha ⁻¹)
T1 (60% ETreal)	3,7 a*	20,2 a	16,5 a	0,5 a	9,8 a
T2 (100% ETreal)	3,1 a	20,8 a	12,8 a	0,3 a	9,6 a
T3 (140% ETreal)	2,6 a	18,8 a	17,0 a	0,5 a	11,7 a
T4 (testigo)	2,7 a	13,5 a	14,6 a	0,3 a	11,3 a

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

Finalmente, este estudio indicó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos en contenido de MS y sólidos solubles (**Cuadro 7**). Sin embargo, no se encontró un efecto significativo en la presión de pulpa. Al respecto, Sanders *et al.* (1989) y Adams (1990), encontraron que restricciones de agua a plantas de tomate reducen el contenido de agua en frutos, pero

incrementan el contenido de sólidos solubles, azúcar, acidez total (expresado como ácido cítrico) y K. Asimismo, Kirkova (1998), en investigaciones realizadas en Bulgaria, señaló que el porcentaje de MS de los frutos de tomate varió entre 5 y 7% cuando se utilizaron reposiciones de 0,6 y 1,2 veces la ETreal.

Cuadro 7. Efecto de cuatro láminas de riego sobre la materia seca, sólidos solubles y presión de pulpa en los frutos de tomate (cv. Presto) de invernadero producido en primavera-verano.**Table 7. Effect of four irrigation levels on dry matter, soluble solids and pulp pressure of greenhouse tomato (cv. Presto) produced in spring-summer.**

Tratamientos	Materia seca (%)	Sólidos solubles (°Brix)	Presión pulpa KPa ¹
T1 (60% ETreal)	5,7 b*	5,4 b	18,9 (2,7) a
T2 (100% ETreal)	5,3 a	5,4 b	19,2 (2,8) a
T3 (140% ETreal)	5,3 a	5,2 a	19,7 (2,9) a
T4 (testigo)	5,4 a	5,1 a	17,6 (2,6) a

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

¹ Valores entre paréntesis corresponden a libras pulg⁻².

Los resultados de rendimiento y calidad de frutos de tomate analizados en la presente investigación permiten indicar que sería preferible recomendar

a los agricultores de la zona de Talca, el uso de regímenes de riego basados en la reposición de un 140% porcentaje de la ETreal.

CONCLUSIONES

En este estudio se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el rendimiento comercial y total. Los aportes más elevados, tratamiento T3 (140% de la ETreal) y el testigo (T4), presentaron los más altos rendimientos totales y comerciales, así como las más altas producciones de frutos de calidad extra y primera. Para los pesos inferiores a 150 g (segunda y tercera categoría) no se observaron

diferencias significativas entre los tratamientos. También se puede señalar que el tratamiento T3 significó un 72% de ahorro de agua con respecto a los volúmenes de agua que tradicionalmente utilizan los productores de tomates bajo invernadero en la zona de Talca. Finalmente, los sólidos solubles y la MS fueron mayores en el tratamiento T1, donde se aplicó la menor cantidad de agua, pero no se observó un efecto significativo entre los tratamientos para la presión de pulpa.

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.
- Castilla, N., F. Elias, y E. Fereres. 1990. Evapotranspiración en cultivos hortícolas en invernadero en Almería. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.* 5:117-125.
- Cuenca, R.H. 1989. Irrigation system design: An engineering approach. 552 p. Prentice Hall, Englewood Cliff, N.J., USA.
- Eliades, G., and P. Orphanos. 1986. Irrigation of tomatoes grown in unheated greenhouses. *J. Hortic. Sci.* 61:95-101.
- Fritsch, N. 1980. Determinación de la tasa de riego en tomates regados por goteo. *Investigación Agrícola* 6:79-86.
- Gianquinto, G., P. Ceccon, and R. Giovanardi, 1990. Evapotranspiration, growth and yield of fresh market tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at two irrigation levels. *Acta Horticulturae* 278:579-586.
- 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. *Agric. Téc. (Chile)* 59:319-330.
- Kirkova, Y. 1998. Relationships "yield-water" for tomato. *Soil Sci. Agrochem. Ecol.* 23:39-40.
- M. Komamura, A. Karimata, A. Mizuta, A. Yoneyasu, 1994. Basic considerations on the decision about consumptive use of irrigation for greenhouse horticulture. University of Agriculture, Tokyo Nogyo Daigaku, Journal of Agricultural Science, Tokyo. 39(1):1-9.
- Loscascio, 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.
- 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.
- 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.
- Méndez, F. 1995. Efecto de cuatro frecuencias de riego sobre el comportamiento de dos variedades de tomate en un suelo aridisol. *Agronomía Trop. (Maracay)* 45: 571-594.
- Ortega-Farías, S., J. Márquez, H. Valdés, y H. Paillán. 2001. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. FA-144) de invernadero producido en otoño. *Agric. Téc. (Chile)* 61:479-487.
- Pascual, B., A. Bardisi, S. López-Galarza, J. Alagarda, y J. Maroto. 1998. Influencia del riego y del potencial matricial en el rendimiento y en el rajado del tomate (*Lycopersicon esculentum*, cv. Fawell). *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.* 13 (1-2):5-19.
- 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.
- Tarantino, E., H. Singh, and W. Pruitt. 1982. The microclimate and evapotranspiration of processing tomatoes under drip and furrow irrigation. *Revista di Agronomia* 16:21-29.
- 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.
- Vanadia, S., V. Dellacecca, e L. Mancini. 1982. Influenza del regime irriguo sulla resa del pomodoro in serra fredda. *Colture Protette* 11:27-32.