

REDUCCIÓN DE LA NECROSIS APICAL («BLOSSOM-END ROT») EN CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO MEDIANTE EL CONTROL DE LA HUMEDAD AMBIENTAL

PERE MUÑOZ
ASSUMPCIÓ ANTÓN
JUAN IGNACIO MONTERO

Departament de Tecnologia Hortícola
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)

RESUMEN

La escasez y progresiva salinización del agua de riego utilizada en el área mediterránea, junto con la alta demanda evaporativa debido a las elevadas temperaturas que pueden darse en invernadero y, como consecuencia, valores de Déficit de Presión de Vapor (DPV) que suelen superar los 2 kgPa justifican la necesidad de estudios que ayuden a paliar esta problemática.

Se pretende en esta experiencia evaluar la posibilidad de reducir el impacto negativo de la utilización de aguas de conductividad elevada sobre la producción y calidad de la cosecha de un cultivo de tomate mediante la reducción de la demanda evaporativa en el ambiente del invernadero. Con este fin, se realizó un ensayo con tomate de la variedad «Bond», utilizando un sistema de nebulización de alta presión «fog» que permitiera mantener el DPV por debajo de 1.5 kgPa, y 3 soluciones nutritivas con diversos valores de Conductividad Eléctrica (S1: 2 dS/m; S2: 4 dS/m y S3: 6 dS/m).

El sistema de nebulización permitió mantener el control de la humedad con un valor medio del DPV durante el período diurno de 1.1 kgPa. El buen control conseguido con la humedad ambiental permitió contrarrestar el efecto de la salinidad sobre el cultivo, no existiendo diferencias significativas en el desarrollo vegetativo de la planta entre los tres tratamientos evaluados, si bien sí afectó a la producción y calidad de los frutos. En el tratamiento de Conductividad Eléctrica más elevada, S3, la producción comercial disminuyó un 8% debido a la incidencia de Blossom. Asimismo se observó una disminución en el diámetro de fruto a medida que aumenta la Conductividad Eléctrica.

Se puede concluir que la regulación de la humedad ambiental permite la utilización de aguas moderadamente salinas sin afectar a la producción para valores medios de Conductividad Eléctrica.

INTRODUCCIÓN

La cantidad y calidad de las aguas de riego se ha convertido en un grave problema para los países de la zona mediterránea. A este problema debe añadirse la inminente prohibición de bromuro de metilo para la desinfección del suelo, proceso que va a incrementar el uso de substratos para el cultivo bajo invernadero y la reutilización de lixiviados en la reformulación de soluciones nutritivas (Dorais y col, 2001). Estas situaciones van a obligar, cada vez más, a utilizar aguas de riego con elevados valores de conductividad eléctrica tanto en los países del Norte de Europa como en los de la zona mediterránea.

En el caso del cultivo del tomate el uso de agua de riego con valores altos de conductividad eléctrica provoca, en primer lugar, una reducción en el tamaño de los frutos; a medida que aumenta la salinidad, se provoca un descenso tanto del tamaño como del número de frutos. Como consecuencia, en ambos casos se produce una disminución de la producción total y del rendimiento del cultivo (Adams P., 1991; Hao y col., 2000). A esta reducción del tamaño y número de frutos debe añadirse el efecto sobre el número de frutos comerciales, ya que valores de CE altos en la solución nutritiva incrementan claramente la incidencia del Blossom-end root en los frutos (Adams y Ho, 1992; 1995).

Todos los problemas anteriormente mencionados se incrementan en el caso de los países de la zona mediterránea, debido a que las condiciones climáticas caracterizadas por elevados valores de radiación y temperatura originan períodos de alta demanda evaporativa y elevados valores de Déficit de Presión de Vapor (DPV) en los que se superan fácilmente los 2 kgPa en el interior del invernadero (Montero y Antón, 2002).

Bajo estas condiciones, los efectos negativos asociados a la salinidad se incrementan, originando descensos todavía mayores en el rendimiento y calidad de los cultivos (Xu y col., 1999). En el cultivo de tomate, niveles altos de salinidad en la solución nutritiva, asociados a elevados valores de radiación y DPV se traducen en un efecto negativo sobre la fotosíntesis y, en consecuencia, en una menor disponibilidad de fotoasimilados para el fruto con el consiguiente aumento del número de frutos afectados por necrosis apical (Dorais y col., 2001).

En el presente trabajo se pretende evaluar el efecto, sobre la producción y la necrosis apical del fruto, del control del DPV mediante un sistema de nebulización «fog system» en un cultivo de tomate en invernadero en condiciones de clima mediterráneo utilizando soluciones nutritivas salinas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en un invernadero multitúnel de tres naves y 230 m² de superficie con ventilación natural cenital localizado en el IRTA-Centre de Cabriils (Barcelona). En la figura 1 se detallan las características del invernadero experimental utilizado.

El material vegetal utilizado fue tomate Bond cultivado en sacos de perlita de 36 L con una densidad de 2,2 plantas/m². Se estudiaron tres tratamientos con diferentes niveles de salinidad (tabla 1) manteniendo en todos los casos el valor del DPV por debajo de 1,5 kgPa, mediante un sistema de nebulización de agua «fog». Determinándose para cada tratamiento el crecimiento de las plantas así como el rendimiento y el tamaño de los frutos.

Cuadro 1

NIVELES DEL INVERNADERO EXPERIMENTAL

TRATAMIENTO	CE _{Sol. Nut}	CE _{Drenaje}
S1	2.0	3
S2	4.0	5-6
S3	6.0	7-8

Control del Déficit de Presión de Vapor (DPV)

El cálculo del DPV se realizó a partir de los datos obtenidos de los sensores de temperatura y humedad conectados a un data logger (Campbell CR10) a partir de las expresiones:

- $e_s = 6.108 \cdot \exp((17,27 \cdot T_s)/(T_s + 237,3))$
- $e = e_s \cdot HR$
- $DPV = (e_s - e)$

Donde: e_s : es la presión de vapor del aire saturado (KPa); e : presión de vapor del aire (KPa); T_s : Temperatura del aire (°C) y HR: la humedad relativa del aire (%)

Para mantener el DPV por debajo de 1,5 KPa se utilizó un controlador Todo o Nada operando cada minuto que accionaba un sistema de fog de baja presión (0,4 MPa y 7 Lh⁻¹) localizado sobre el cultivo a una altura de 2,5 m con una densidad de 0,2 nebulizadores/m².

Simultáneamente se midieron los parámetros necesarios para caracterizar las condiciones climáticas del interior del invernadero determinándose de forma continua: radiación solar (Piranómetros), temperatura del aire mediante sensores RTD en unidades ventiladas, humedad relativa del aire por medio de sensores capacitativos (Vaisala), y finalmente la temperatura del sustrato mediante sensores Pt100. También se midieron las características climáticas exteriores registrándose de forma continua los valores de radiación solar, temperatura y humedad del aire así como la velocidad y dirección del viento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta climática

El valor medio del Déficit de Presión de Vapor (DPV) entre las 6 y las 19 horas solares, correspondientes al período diurno objeto de este estudio, en el interior del inver-

nadero fue 1,1 kPa, mientras que el valor medio del aire exterior se situó en los 2 kPa (cuadro 2).

La temperatura media del aire interior del invernadero se mantuvo por debajo de los 30 °C, siendo la temperatura media entre las 6 y las 19 horas solares de 26,8 °C frente a los 23,5 °C del aire exterior.

Cuadro 2

RESUMEN DE LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS DEL INVERNADERO
Y DEL AIRE EXTERIOR

		Invernadero	Exterior
Radiación solar global	MJ m ⁻² d ⁻¹	13,7	21,7
Temperatura 6-19 h	°C	26,8	23,5
DPV 6-19	kPa	1,14	1,97

Parámetros de crecimiento del cultivo

El cuadro 3 presenta los parámetros de crecimiento determinados para cada tratamiento, como se puede apreciar no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de sal evaluados, excepto en el caso del peso seco de los frutos que fue claramente superior en el tratamiento con concentraciones salina intermedias S₂.

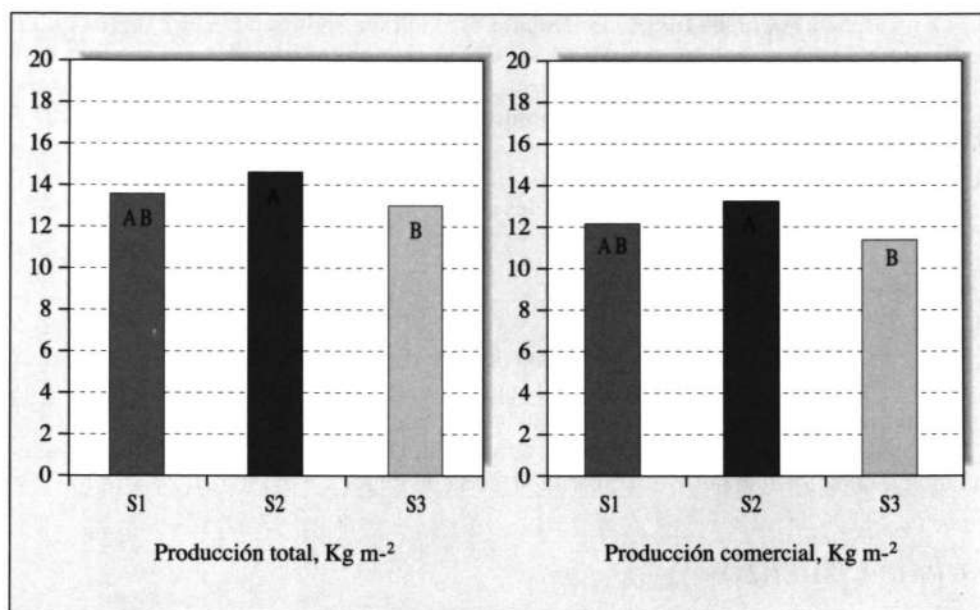
Cuadro 3

PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS PARA CADA TRATAMIENTO

	S1	S2	S3
Longitud de la planta cm	283,7 A	322 A	340,7 A
Peso seco hojas g	156,3 A	169,3 A	179,2 A
Peso seco tallo..... g	140,5 A	156,3 A	159,7 A
Peso fresco frutos..... g	1934 A	2518 A	1478 A
Peso seco frutos..... g	88,91 B	151,42 A	60,35 B
Ramilletes de frutos..... N°	10 A	10,3 A	10,7 A
Ramilletes de flores..... N°	1,7 A	2,7 A	2,7 A
Índice de Área Foliar cm ² cm ⁻²	4,1 A	4,6 A	4,4 A
Peso Específico..... g cm ⁻²	0,009 A	0,008 A	0,009 A
Área Específica..... cm ² g ⁻¹	118,45 A	122,63 A	111,85 A
Hojas Inferiores..... g	57,317 A	49,14 A	63,62 A

Rendimiento

El número total de frutos fue muy similar para los tres tratamientos salinos (figura 1a), no obstante para el tratamiento con altos niveles de salinidad (S3) la incidencia del Blossom fue muy importante afectando al 10% de los frutos, hecho que se tradujo en un claro descenso del rendimiento.



Figuras n.º 1a y 1b

A) RENDIMIENTO TOTAL.

B) RENDIMIENTO COMERCIAL PARA LOS TRES TRATAMIENTOS SALINOS

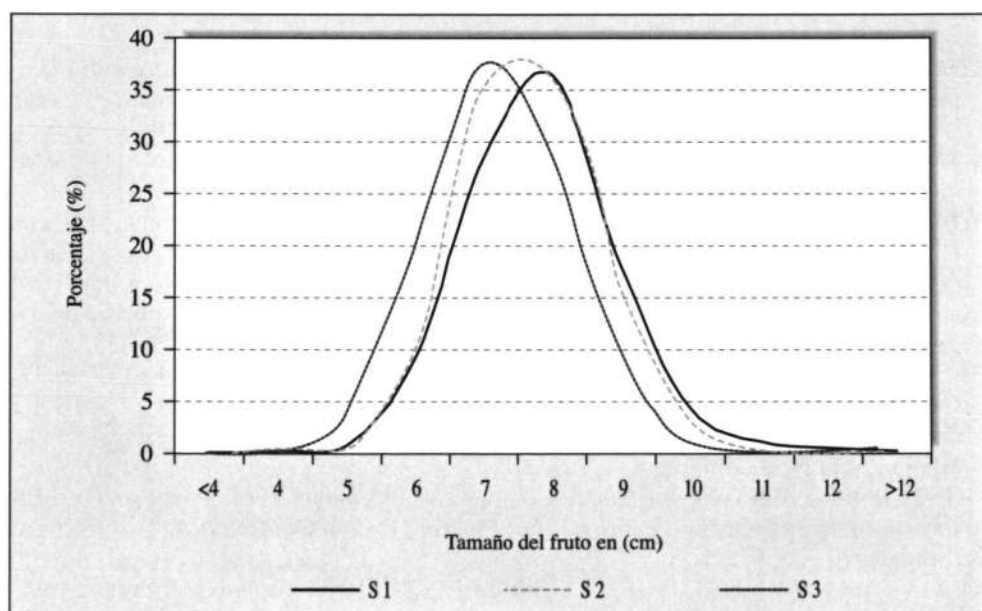


Figura n.º 2

DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DEL FRUTO DE TOMATE
PARA LOS TRES TRATAMIENTOS SALINOS

La incidencia sobre los frutos comerciales fue también significativa en el caso del tratamiento S3 provocando un descenso del 4% en el rendimiento. Por el contrario para niveles medios de salinidad (S2) no se produjeron efectos importantes debidos al Blossom al no presentarse diferencia significativas en rendimiento entre el control S1 y S2 (figura 1b).

El tamaño del fruto se vio afectado por la salinidad observándose una reducción en el tamaño a medida que aumentan los niveles de salinidad $S3 < S2 < S1$ (figura 2).

CONCLUSIONES

La regulación de la humedad ambiental del aire del invernadero a niveles inferiores a los 1.5 kPa ha permitido la utilización de aguas moderadamente salinas (CE hasta 4 dS m^{-1}) sin afectar a la producción del cultivo de tomate.

Para valores superiores de salinidad el control del DPV no ha permitido evitar el incremento en la incidencia del Blossom-end rot ni la disminución del tamaño del fruto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la CICYT ref (AGL2000-1536-C02-02) el INIA (SC00-080-C2) y la Unión Europea (INCOMED ICA3-1999-10027).

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS P., 1991. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. *Journal of Horticultural Science*, 66, 201-207.
- ADAMS P., HO L.C., 1992. The susceptibility of modern tomatoe cultivars to blossom-end rot in relation to salinity. *Journal of Horticultural Science*, 67, 827-839
- ADAMS P., HO L.C., 1995. Differential effects of salinity and humidity on growth and Ca status of tomato and cucumber grown in hydroponic culture. *Acta Horticulturae*, 401, 357-363.
- DORAI M., PAPADOPOULUS A.P., GOSSELIN A., 2001. Influence of electric management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie*, 21, 367-383.
- HAO X., PAPADOPOULOS A.P., DORAIS M., EHRET D.E., TURCOTTE G., GOSSELIN A., 2000. Improving tomato fruit quality by raising the EC of NFT nutrient solutions and calcium spraying: effects on growth, photosynthesis, yield and quality. *Acta Horticulturae*, 511, 213-224.
- MONTERO J.I., ANTÓN A., 2002. Comparative Performance of a Hig and a Low Pressure Fog Systems Driven by a Vapor Pressure Deficit Control. *Acta Horticulturae* (Submitted).
- XU H.L., WANG R., GAUTHIER L., GOSSELIN A., 1999. Tomato leaf photosynthetic responses to humidity and temperature under salinity and water deficit. *Pedosphere*, 9, 105-112.