

## **DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE FERTIRRIEGO PARA CULTIVO DE TOMATE PROTEGIDO, BASADAS EN CRITERIOS DE EFICIENCIA**

MIGUEL GUZMÁN PALOMINO

Universidad de Almería

EMILIO MARTÍN EXPÓSITO  
MILAGROS FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ  
ANTONIO PAREDES BENAVENT

Centro de Investigación y Formación Agraria de La Mojonera-La Cañada. IFAPA

### **RESUMEN**

En Almería, donde el sistema agrícola se centra en la producción de cultivos hortícolas intensivos, el cultivo del tomate tiene una gran importancia. Este sistema de producción requiere una gran demanda hídrica así como un importante uso de fertilizantes, que está dando lugar a graves problemas medioambientales por la salinización de los acuíferos y por acumulación en el suelo de nitrógeno, fósforo y potasio. Por todo esto, con este trabajo se pretenden definir estrategias de manejo que favorezcan la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos y de fertilizantes. Para ello se realizó un ensayo sobre tomate en un invernadero multicapilla (raspa y amagado) de estructura metálica y cubierta de polietileno, situado en el CIFA de La Mojonera (Almería). Se estableció un diseño experimental en bloques completos al azar compuesto por cuatro tratamientos, donde los factores a considerar fueron dosis de riego y dosis de abonado (NPK). La dosis de riego se establecieron en función de las necesidades hídricas del tomate, calculadas en función de la evapotranspiración del cultivo, y las dosis de abonado se establecieron en función de las extracciones del cultivo determinadas en nuestras condiciones. Para cumplir el objetivo de este ensayo se controló la producción y calidad comercial de los frutos durante el período de recolección. El tratamiento con la dosis de riego del 75% de la ETc y 100% de abonado fue el que mayor producción de categoría extra y total obtuvo, siendo el tratamiento con la dosis de riego del 100% de la ETc y 50% de abonado el que menor rendimientos de fruto produjo.

## INTRODUCCIÓN

El sistema agrícola en Almería se centra en la producción de cultivos hortícolas intensivos, con una superficie de invernaderos de 27.000 hectáreas (Arrojo, 2003). El tomate es uno de los cultivos hortícolas bajo invernadero más importantes de la provincia con 8.700 hectáreas y una producción en el año 2004 de 756.000 toneladas, que reportaron aproximadamente 363 millones de euros (Consejería de Agricultura y Pesca-Junta de Andalucía, 2005). El sistema hortícola almeriense requiere una alta demanda hídrica compensada básicamente con fuentes de origen subterráneo, lo cual ha producido en el tiempo una sobreexplotación de los acuíferos, ocasionando graves problemas de salinidad, no sólo en las zonas litorales sino además en zonas interiores, debido a la existencia de intrusión marina (AMA, 1991; DGIEA, 1991). Además las prácticas intensivas de fertilización generan acumulación de N, P y K en los suelos agrícolas (Gil *et al.*, 2003), que en el caso de nitratos constituyen una fuente de contaminación de las aguas subterráneas por lixiviación. La fertirrigación es una técnica eficaz para aumentar la eficiencia del uso del agua y de fertilizantes, pero es necesario conocer los requisitos hídricos y nutricionales de la planta, así como los elementos asimilables en suelo y las propiedades químicas del agua de riego para lograr y desarrollar eficazmente esta técnica (Papadopoulos, 1993).

El objetivo de este trabajo es definir estrategias de manejo que favorezcan la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos y de fertilizantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el CIFA de La Mojonera (Almería), en un invernadero a dos aguas, multicapilla (raspa y amagado) de estructura metálica y cubierta de polietileno y sobre una superficie de 1078 m<sup>2</sup>. El cultivo elegido fue tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) c.v. «Pitenza» en ciclo otoño-invierno, realizándose el trasplante a una densidad de 2,00 plantas m<sup>2</sup>, sobre suelo enarenado, el día 20 de septiembre de 2005. El ensayo finalizó a los 204 días (12 de abril de 2006).

Se estableció un diseño experimental en bloques completos al azar compuesto por cuatro tratamientos. Los factores considerados fueron dosis de riego y dosis de abonado (NPK). Siendo los tratamientos elegidos los siguientes:

- T1: Dosis de riego 100% de la ETc y Dosis de abonado 100% de las necesidades teóricas.
- T2: Dosis de riego 100% de la ETc y Dosis de abonado 50% de las necesidades teóricas.
- T3: Dosis de riego 75% de la ETc y Dosis de abonado 100% de las necesidades teóricas.
- T4: Dosis de riego 100% de la ETc y Dosis de abonado 100% de las necesidades teóricas hasta el inicio de la maduración de frutos y Dosis de riego 75% de la ETc y Dosis de abonado 100% de las necesidades teóricas desde el inicio de la maduración de frutos.

El sistema de riego estaba compuesto por un programador automatizado, con cuatro tanques de abonado y un sistema de inyección por venturis. Los goteros utilizados eran

autocompensantes y antidrenantes, con un caudal nominal de 2 l/h, y estaban colocados a un marco de 1m × 0,5m.

Las dosis de riego se establecieron en función de las necesidades hídricas del tomate, calculadas en función de la evapotranspiración del cultivo (Fernández *et al.*, 2000) y fueron corregidas en base a las medidas del potencial matricial del suelo. Para realizar las medidas del potencial mátrico del suelo se instalaron dos tensiómetros manuales por tratamiento, uno a 15 cm de profundidad y otro a 30 cm.

En la tabla 1 se muestra el volumen de agua aplicado (l/m<sup>2</sup>) a cada tratamiento a lo largo del ciclo de cultivo. La duración del período comprendido entre el trasplante y el inicio de maduración de frutos fue de 92 días, mientras que el período desde el inicio de maduración de frutos hasta el final del ciclo duró 112 días.

Las dosis de abonado se establecieron en función de las extracciones del cultivo determinadas en nuestras condiciones (Castilla, 1986). La figura 1 muestra la cantidad de nutrientes aplicados el cultivo en los tratamientos con dosis de abonado del 100% de las necesidades teóricas (T1, T3 y T4).

Para comprobar qué tratamiento era más eficiente en la utilización de los recursos hídricos y de los fertilizantes se controló la producción y calidad comercial de los frutos durante el período de recolección (8/2/06 hasta 11/4/06).

## RESULTADOS

La tabla 2 muestra los rendimientos de fruto de tomate obtenidos a lo largo del período de recolección. El tratamiento 3 (dosis de riego del 75% de la ETc y 100% de abonado) fue el que mayor producción de categoría extra y total obtuvo (tabla 2), siendo el tratamiento 2 (dosis de riego del 100% de la ETc y 50% de abonado) el que menor rendimientos de fruto produjo. Los tratamientos 1 y 4 obtuvieron unas producciones totales similares, si bien el tratamiento 1 fue el que menos fruto de destrío produjo mientras que el tratamiento 4 fue el que más. Esta mayor producción de frutos de destrío en el tratamiento 4 puede deberse no a los tratamientos, sino a que este tratamiento se vio más afectado por *Botrytis* que el resto.

La tabla 3 muestra la producción de fruto de tomate y el número de frutos comerciales y su peso medio obtenidos a lo largo del período de recolección. El tratamiento 3 (dosis de riego del 75% de la ETc y 100% de abonado) fue el que mayor producción comercial obtuvo, siendo el tratamiento 2 (dosis de riego del 100% de la ETc y 50% de abonado) el que menor rendimientos de fruto produjo (tabla 3). El tratamiento 3 obtuvo la mayor producción comercial debido al mayor peso medio de los frutos producidos (tabla 3), ya que el tratamiento 1 obtuvo el mismo número de frutos comerciales por metro cuadrado (tabla 3). Los tratamientos 1 y 4 obtuvieron unas producciones comerciales similares, si bien el tratamiento 1 fue el que menos fruto de destrío produjo, mientras que el tratamiento 4 fue el que más (tabla 3). Esta mayor producción de frutos de destrío en el tratamiento 4, así como el menor número de frutos comerciales producidos por metro cuadrado respecto a los tratamientos 1 y 3, puede deberse a que este tratamiento se vio más afectado por *Botrytis* que el resto.

La figura 2 muestra la producción acumulada a lo largo del período de recolección, en ella puede verse como en la primera recolección las producciones obtenidas en los diferentes tratamientos son muy similares. Sin embargo, a partir de la segunda recolección en el tratamiento 3 ya se empieza a obtener mayor producción que en el resto de tratamientos (figura 2). En el tratamiento 2 es a partir de la tercera recolección cuando

se obtienen menores producciones, mientras que los tratamientos 1 y 4 mantienen unas producciones similares durante el período de recolección (figura 2).

## CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos el tratamiento más eficiente fue el T3 (Dosis de riego 75% de la ETc y Dosis de abonado del 100% de las necesidades teóricas), ya que con un menor volumen de agua aplicado fue capaz de obtener mayores rendimientos que el resto de tratamientos. También se hace evidente la necesidad de aplicar una cantidad de abono que cubra los requerimientos del cultivo, puesto que el tratamiento T2 (Dosis de riego 100% de la ETc y Dosis de abonado 50% de las necesidades teóricas) fue el que menor producción obtuvo.

Por tanto, aunque hay que realizar más ensayos para confirmarlo, se puede decir que, en ciclo otoño-invierno aplicando una dosis de abonado adecuada a las necesidades nutricionales de la planta de tomate, podemos reducir un 25% el volumen de riego, con el consecuente ahorro de agua que esto conlleva.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE. (1991). Recursos Naturales y Crecimiento Económico en el «Campo de Dalías». Monografías de economía y medio ambiente, N.º 2. Ed. Agencia de Medio Ambiente, Sevilla.
- ARROJO, P. (2003). El plan hidrológico nacional. Una cita frustrada con la historia. Integral (ed.). Barcelona (España).
- CASTILLA, N. (1986). Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería: Necesidades hídricas y extracción de nutrientes del cultivo de tomates de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno. Tesis doctoral: Universidad Politécnica de Madrid.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA, JUNTA DE ANDALUCÍA. (2005). Memoria resumen año 2004. Delegación provincial de Almería.
- DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA. (1991). Estudio aguas-suelo de la provincia de Almería.
- FÉRNANDEZ, M.ªD., F. ORGAZ, E. FERERES, J.C. LÓPEZ, A. CÉSPEDES, J. PÉREZ, S. BONACHELA y M. GALLARDO. (2000). Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español. Ed. CAJAMAR.
- GIL CARRASCO, C., RAMOS, J., BOLUDA, R. y PICAZO, P. (2003). Caracterización fisicoquímica y evaluación del estado general de los suelos en invernaderos del poniente almeriense. FIAPA, N.º 13. Almería.
- PAPADOPOULOS, I. (1993). Fertigation of vegetables in plastic-houses. Present situation and future prospects ISHS. Acta Hort. 323: pp:151-174.

Tabla 1. Volumen de agua aplicada al cultivo (l/m<sup>2</sup>)

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Pretrasplante . . . . .	80	80	60	60
Trasplante-Inicio Maduración . . . .	113,66	113,66	85,24	113,66
Inicio Maduración-Final Ciclo . . .	178,69	178,69	134,02	134,02
Total . . . . .	372,35	372,35	279,27	307,68

Tabla 2. Rendimientos de fruto de tomate

Tratamientos	g/m <sup>2</sup>			
	Categoría Extra	Categoría I	Destrío	Total
T1	10.141	218	1.845	12.204
T2	8.416	395	2.176	10.987
T3	11.819	221	2.008	14.048
T4	9.798	433	2.511	12.742

Tabla 3. Producción de fruto de tomate, número de frutos comerciales y peso medio de fruto comercial

Tratamientos	Producción comercial (g/m <sup>2</sup> )	Número frutos comerciales (m <sup>2</sup> )	Peso medio fruto comercial (g)	Producción Destrío (g/m <sup>2</sup> )
T1	1.0359	91	114	1.845
T2	8.811	71	125	2.176
T3	12.040	92	132	2.008
T4	10.231	81	126	2.511

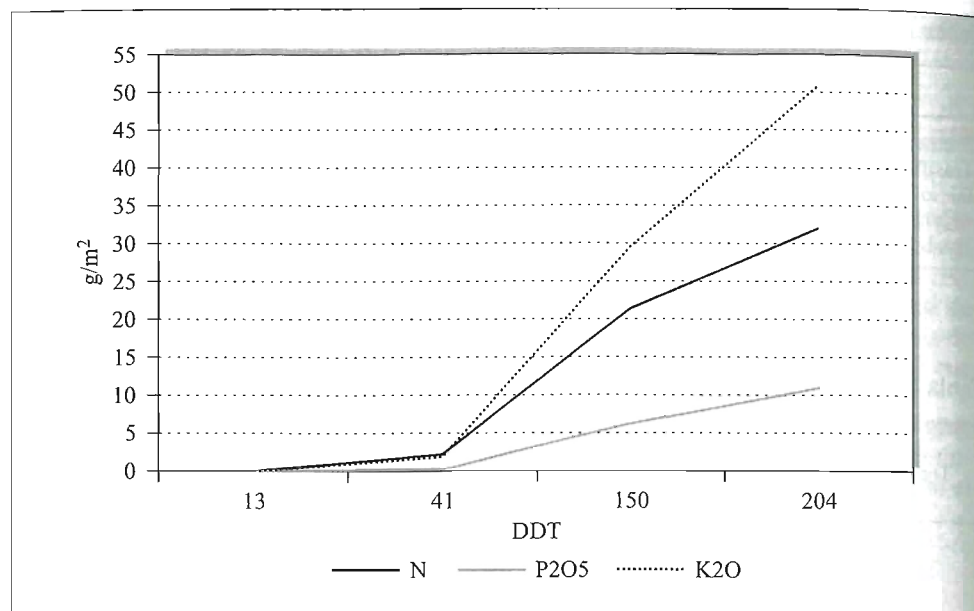


Figura 1  
CANTIDAD DE NUTRIENTES APLICADOS A LOS TRATAMIENTOS CON DOSIS DE ABONADO DEL 100% DE LAS NECESIDADES TEÓRICAS DEL CULTIVO

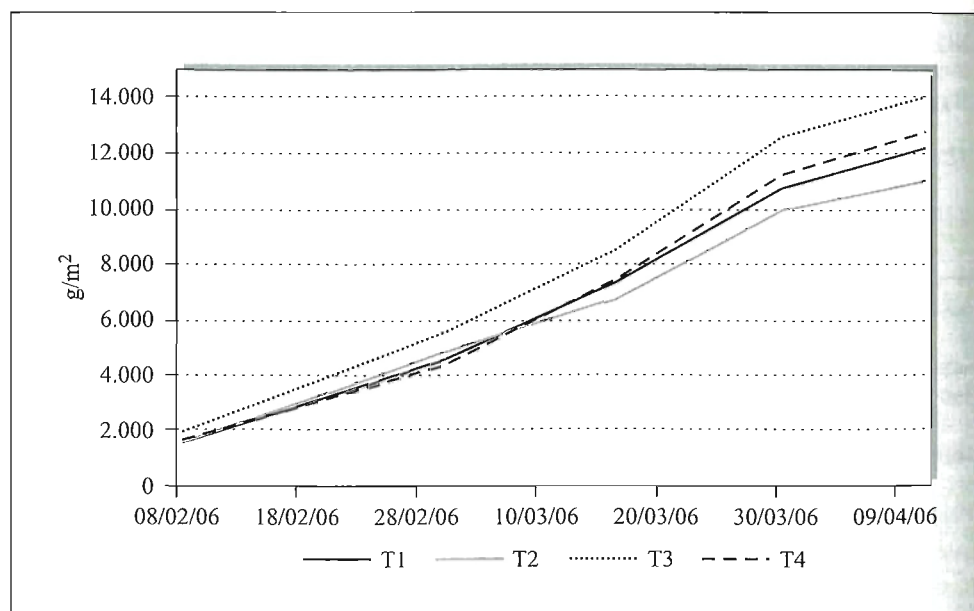


Figura 2  
PRODUCCIÓN ACUMULADA DE FRUTO DE TOMATE

## DETERMINACIÓN DE LA DOSIS DE RIEGO MÁS ADECUADA EN TOMATE INJERTADO

PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA  
IRENE LA BLANCA BESCÓS  
PATRICIA TENA PANIAGUA

Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid  
EUIT Agrícola. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

Sotero Molina Vivaracho

Centro de Experimentación y Capacitación Agraria  
Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla-La Mancha. Marchamalo  
(Guadalajara)

CARMEN PALOMAR LÓPEZ

Centro de Experimentación y Capacitación Agraria  
Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla-La Mancha. Marchamalo  
(Guadalajara)  
TRAGSA

### RESUMEN

En este ensayo se pretende conocer cómo influye la planta injertada en el consumo de agua, cuál sería su respuesta en cuanto a producción, calidad y eficiencia del agua para producir un kilo de tomate, en cada una de las tres dosis de agua y portainjerto. Los portainjertos elegidos han sido Beaufort y He-man sobre los que se injertó Daniela. Las tres dosis de riego elegidas son: aquella dosis que emplearía un agricultor para estas condiciones para una producción en la que obtenga el máximo beneficio y la mejor calidad, esta dosis era la dosis de referencia, D.R; sobre esta dosis se aumentó y disminuyó un 25% (D.R. +25% y D.R. -25%).

La producción total obtenida ha sido mayor en la dosis más alta empleada (D.R. +25%) en ambos portainjertos, con 19,20 kg/m<sup>2</sup> de media, la menor producción se ha obtenido en la dosis de riego de menor aporte de agua (D.R. -25%) con 15,06 kg/m<sup>2</sup>. Entre los portainjertos el que menor producción ha obtenido ha sido Beaufort con 14,11 kg/m<sup>2</sup>. De los dos portainjertos, el que menor producción ha alcanzado en todos los casos es Beaufort, la diferencia ha aumentado en la menor dosis de riego.