

# **RIEGO DEFICITARIO EN TOMATE PARA INDUSTRIA**

**BENITO SALVATIERRA BELLIDO**

Ingeniero Agrónomo

Técnico del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA). Centro de Los Palacios

**PEDRO GAVILÁN ZAFRA**

Dr. Ing. Agrónomo

IFAPA. Centro Alameda del Obispo

**PEDRO CERMEÑO SACRISTÁN**

Dr. Ing. Agrónomo

IFAPA. Centro Las Torres-Tomejil

## **RESUMEN**

El cultivo del tomate de industria, que es predominante en la Comarca del Bajo Guadalquivir, ha ido creando desde los años 80 un tejido agroindustrial muy importante. Actualmente, el cultivo del tomate tiene perspectiva de convertirse en uno de los cultivos de regadío más significativo en las zonas regables de esta comarca, dependiendo muchísimo su productividad del agua disponible para la campaña de riego. Se debe tener en cuenta que está implantado en la época donde existe mayor evapotranspiración potencial y que además en todo su ciclo no existen precipitaciones salvo en la época de implantación del mismo, coincidiendo con las mínimas exigencias del cultivo.

En campañas como la 06/07 es fundamental una planificación previa y un manejo del agua durante el cultivo. En esta línea se ha realizado un ensayo que pretende optimizar el método de programación de riego del tomate para industria en esta comarca y hacerlo extensivo a todas las entidades que demanden el servicio de asesoramiento al regante del Instituto de Investigación y Formación Agraria de Andalucía (IFAPA).

## **INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

El cultivo del tomate para industria es un cultivo importante en la Comarca del Bajo Guadalquivir y ha ido creando desde los años 80 un tejido agroindustrial considerable en la

zona. Actualmente, este cultivo tiene perspectiva de convertirse en uno de los cultivos de regadío más significativo en las zonas regables de esta comarca, dependiendo en gran medida su productividad y del agua disponible para la campaña de riego. Se debe tener en cuenta que está implantado en la época donde existe mayor evapotranspiración potencial (entre mayo y agosto) y que además en todo su ciclo no existen precipitaciones, salvo en la época de trasplante (final de marzo), coincidiendo con las mínimas exigencias de agua del cultivo.

En campañas como la 06/07 fue fundamental una planificación previa y un buen manejo del agua durante el cultivo. En esta línea se ha realizado un ensayo que pretende optimizar el método de programación de riego del tomate para industria en esta comarca y hacerlo extensivo a todas aquellas entidades que demanden esta información al Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) del Instituto de Investigación y Formación Agraria de Andalucía (IFAPA).

Por este motivo el Servicio de Asesoramiento del IFAPA planteó el análisis del consumo de agua de esta planta y su optimización para distintas situaciones en cuanto a deficiencia en la disponibilidad del recurso (riego deficitario). Los objetivos del trabajo fueron los siguientes:

1. Analizar el comportamiento productivo de tratamientos de riego a dosis más bajas de las requeridas para necesidades máximas del cultivo.
2. Comparar dos tipos de coeficientes de cultivo del tomate de industria.
3. Divulgar al sector los resultados para la siguiente campaña y justificar más ensayos en las campañas próximas.

## MATERIALES

El ensayo de riego deficitario en tomate para industria se llevó a cabo en una parcela experimental de RAEA (Red Andaluza de Experimentación Agraria). La ubicación atendió a criterios de disponibilidad de agua en la campaña 2007. El ensayo se llevó a cabo en la Finca Hato Ratón (Aznalcázar, Sevilla) y se realizó en uno de los sectores de riego de la mencionada finca, siendo acondicionado para el control del riego y su seguimiento. A partir de aquí se contó en todo momento con la colaboración desinteresada y eficaz del gerente de la finca.

Los materiales utilizados para el ensayo fueron los siguientes:

- Parcela de ensayo: Localización: Finca Hato-Ratón. Aznalcázar (Sevilla).
- Cultivo: Tomate de industria trasplantado.
- Variedad: Juncal.
- Fecha de trasplante 20/3/07.
- Distancia entre líneas de cultivos: 1,5 m.
- Distancia entre plantas: 23 cm aprox.
- Longitud de los lomos: 212 m.
- Material de riego: goteros de 2,2 l/h autocompensantes con separación de 0,65 y sobre un ramal de 20 mm de diámetro. 3 tuberías terciarias de 50 mm de diámetro.
- 3 electroválvulas con relés de apertura y cierre.
- 3 contadores tipo Wolzman.
- Programador Galcon DC-6s 6056 con tres subunidades de riego programadas.
- Sensores de humedad: Decagon EC20 a profundidades de 10 20 y 30 cm, colocados en cada uno de los distintos tratamientos.

## METODOLOGÍA

La parcela de estudio sirvió para llevar a cabo dos ensayos diferentes: El ensayo del SAR de programación de riego deficitario y la experiencia de ensayo de variedades de RAEA.

El diseño inicial de ensayo de riego deficitario consistió en comprobar las respuestas del cultivo a programaciones de riego con diferentes tratamientos. El coeficiente de cultivo fue FAO 24 adaptado por Prieto, 1996. Los tratamientos fueron: 100%, 80%, 60% de las necesidades máximas

La metodología utilizada fue de bloques al azar con la distribución en campo que se muestra en la figura 1. En nuestro caso la variable independiente fue la de tratamiento de riego. Cada repetición consistió en tres lomos de tomates a lo largo de toda la parcela. En los tres lomos se hacía la estrategia de riego correspondiente, sirviendo los dos exteriores de guardas, correspondiendo, por tanto, el lomo central para analizar su comportamiento. Todos los lomos del ensayo fueron de la variedad «juncal».

El planteamiento inicial se vio modificado por un riego de saturación no previsto en la programación de riego. Quedando las dosis deficitarias sobre el 100% mayoradas según se muestra en la figura 2. El riego de saturación se justificó por un cambio de posición de los ramales portagoteros, desde el suelo hacia la parte más alta de las plantas.

El planteamiento final fue un diseño estadístico de bloques al azar, con la distribución en campo que se muestra en la figura 2. En nuestro caso la variable independiente fue el tratamiento de riego. Cada repetición consistió en tres lomos de tomates a lo largo de toda la parcela. En los tres lomos de cada repetición, se efectuó una estrategia de riego diferente (100, 88 y 73% de las necesidades máximas). Los lomos extremos sirvieron de guardas.

Para ejecutar el ensayo se utilizó el método de balance de agua en el suelo, con la simplificación de reponer las necesidades de agua diarias a partir de un punto de humedad a capacidad de campo conocido. Para ello se calculó diariamente la evapotranspiración del tomate a partir de la siguiente expresión:

$$ET = ETo * Kc$$

ETo: Se obtuvo diariamente de la Red de Estaciones Agroclimáticas. Estación de Aznalcázar ([www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa/ria](http://www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa/ria))

Kc: FAO 24 adaptado por Prieto (1996) en tomate para industria plantado a partir de mediados de marzo (tabla 1).

Como seguimiento de riego también se obtuvieron datos de humedad del suelo en el bloque 1 mediante un equipo de FDR de medición en continuo durante todo el ciclo. Los datos obtenidos de este seguimiento serán motivo de un estudio posterior para optimizar el momento del riego durante el día.

El segundo objetivo consistió en evaluar la productividad del agua de riego del manejo del riego del agricultor utilizando el Kc FAO 56, 1998 con respecto a la estrategia del 100% utilizada en el ensayo de riego deficitario. Para ello se hizo un seguimiento del manejo del riego del ensayo varietal de RAEA en la variedad «juncal» donde se daban las variables buscadas para la comparativa (ver tabla 2 y gráfico 1).

## RESULTADOS

A lo largo de la experiencia se fueron tomando los datos de porcentaje de cobertura de todas las repeticiones del ensayo de riego deficitario, obteniendo una evolución media de cada estrategia de riego según se muestra en el gráfico 2.

En cuanto a los datos de evolución de los porcentajes de cobertura obtenidos, y según el gráfico 2, podemos decir que los tratamientos del 73% y 88% sufren un crecimiento vegetativo en la fase de iniciación de la floración en detrimento del índice de floración o debido a una mayor abscisión de las flores. También puede observarse que al final del ciclo es sólo el tratamiento del 73% el que mantiene un mayor porte vegetativo, deduciéndose que sea a costa de parámetros de calidad de la producción como el menor tamaño del fruto (ver tabla 5).

Los datos de producción medios obtenidos se exponen en la tabla 3.

Mediante un análisis de varianza de la variable producción, el ensayo se muestra significativo. La diferencia en producción, que aparece en los resultados, es debida al propio error experimental del ensayo. Por esto hay que fijarse en los grupos de variedades que nos marca el test de Duncan, uniendo las variedades por letras.

En la tabla 4 se muestran los valores medios para el rendimiento en los diferentes tratamientos y su nivel de significación (test de Duncan del 95%). Sólo hubo dos grupos significativos en rendimiento. El tratamiento del 100% de necesidades máximas se diferenció significativamente con respecto al grupo formado por los tratamientos del 88% y 73%, que a su vez no mostraron diferencias entre ellos.

Junto a los datos resultantes de producción también se obtuvieron parámetros de calidad del tomate (tabla 5), pero que actualmente no se tienen en cuenta en el precio de producto en el mercado de la industria de transformación. Algunos de estos parámetros fueron: el peso de los frutos, los grados Brix (porcentaje en peso de sacarosa) y el pH. A pesar de la obtención de dichos valores para cada una de las repeticiones, dichos resultados no han sido muy concluyentes, salvo en el parámetro del tamaño de los frutos. Para este parámetro podemos apreciar una reducción del valor en las tres repeticiones del tratamiento del 73%. Los demás parámetros parecen estar no vinculados a la disponibilidad del agua.

Además, comparando los datos obtenidos en la estrategia del 100% de las necesidades máximas con la estrategia del 100% utilizada por el agricultor en la variedad Juncal (con Kc, FAO 56, distinto al utilizado en el ensayo de riego deficitario), obtenemos la siguiente tabla comparativa:

Por tanto, obtenemos una productividad del agua de riego mucho mayor con el Kc de cultivo utilizado en la experiencia de riego deficitario. Es decir, obtenemos una mayor producción con un gasto de agua algo inferior.

## CONCLUSIONES

- Del análisis de los resultados del ensayo de riego deficitario se obtiene una clara diferencia entre la productividad entre un manejo de riego cubriendo las necesidades máxima (100%) frente a tratamientos de dosis deficitarias (88% y 73%). El cultivo de tomate de industria es un cultivo eminentemente de regadío en el que su rentabilidad está fuertemente vinculada al manejo del riego y sobre todo a una adecuada programación de los mismos.
- Queda constatada la idoneidad del Coeficiente de cultivo utilizado en el campo de ensayo de riego deficitario según la comparación de los resultados expuestos en la tabla 7, en la que la productividad del agua de riego es mucho mayor según el manejo llevado a cabo por el Servicio de Asesoramiento al Regante en el ensayo de riego deficitario frente al utilizado en el campo de ensayo de RAEA.

- Actualmente estos datos son concluyentes para todas las recomendaciones de riego demandadas en el Bajo Guadalquivir y dadas semanalmente para el cultivo de tomate de industria. Además justificarán estrategias de riegos deficitarios tomadas por decisiones del agricultor, ya sea por menor disponibilidad de agua o por restricciones asociadas a situaciones de sequía.

**Tabla 1.** Kc del ensayo de riego deficitario

<b>Número de días de cultivo</b>	40	10	10	10	20	10	10	10	10
<b>Decena del ciclo del cultivo</b>	1 <sup>a</sup> a 4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup> y 9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>
<b>Kc</b>	0,48	0,6	0,84	1,08	1,2	1,1	0,99	0,86	0,72

**Tabla 2.** Kc del campo de ensayo de RAEA

<b>Número de días</b>	20	10	10	70	10	10
<b>Decena</b>	1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup> a 11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	13
<b>Kc</b>	0,15	0,48	0,81	1,15	0,92	0,7

**Tabla 3.** Resumen de rendimiento por ha para cada repetición y el valor medio para cada tratamiento de riego

<b>Repetición del ensayo</b>	<b>Peso neto (kg/surco)</b>	<b>Producción/ha (kg/ha)</b>	<b>Valor medio (kg/ha)</b>
<b>R-1 100%</b>	4.150	130.503	135.639
<b>R-2 100%</b>	4.660	146.541	
<b>R-3 100%</b>	4.130	129.874	
<b>R-1 88%</b>	3.340	105.031	107.442
<b>R-2 88%</b>	3.350	105.346	
<b>R-3 88%</b>	3.560	111.950	
<b>R-1 73%</b>	3.290	103.459	110.482
<b>R-2 73%</b>	3.510	110.377	
<b>R-3 73%</b>	3.740	117.610	

**Tabla 4.** Test de Duncan para la variable producción del lomo en cada tratamiento

<b>Grupos homogéneos</b>			
<b>Variable: rendimiento kg/lomo</b>			
	<b>Repeticiones</b>	<b>Media</b>	<b>Test de Duncan (95%)</b>
<b>Tratamiento del 100%</b>	3	4.313,3	A
<b>Tratamiento del 88%</b>	3	3.513,3	B
<b>Tratamiento del 73%</b>	3	3.416,7	B

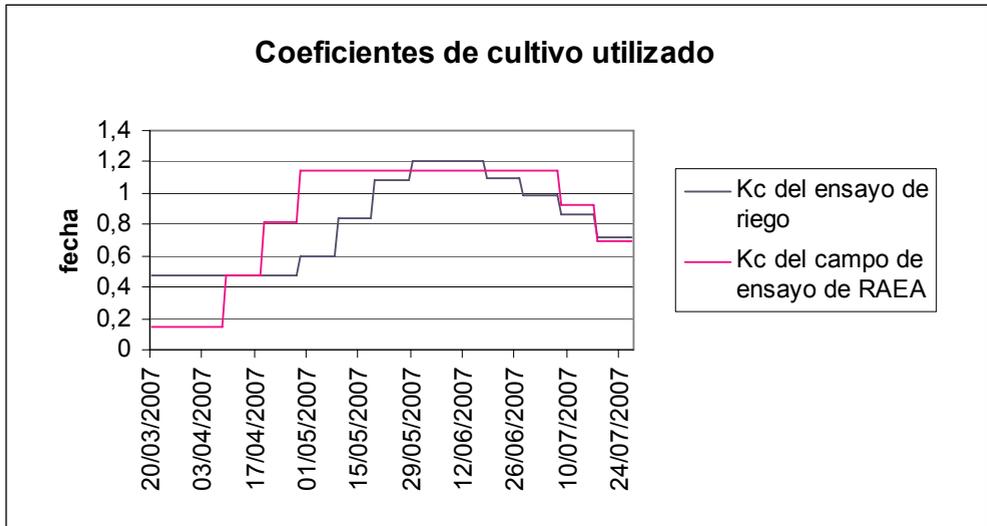
**Tabla 5.** Parámetros de calidad obtenidos en el ensayo de riego deficitario en tomate de industria

	<b>Peso de 25 frutos</b>	<b>Valor Medio</b>	<b>Grados Brix</b>	<b>Valor Medio</b>	<b>pH</b>	<b>Valor Medio</b>
<b>R-1 100%</b>	85,6	<b>83,4</b>	3,97	<b>4,11</b>	4,37	<b>4,38</b>
<b>R-2 100%</b>	79,28		4,23		4,43	
<b>R-3 100%</b>	85,24		4,14		4,34	
<b>R-1 88%</b>	84,92	<b>83,8</b>	4,17	<b>4,11</b>	4,4	<b>4,32</b>
<b>R-2 88%</b>	87,12		3,68		4,36	
<b>R-3 88%</b>	79,32		4,47		4,21	
<b>R-1 73%</b>	73	<b>71,6</b>	3,95	<b>4,2</b>	4,15	<b>4,34</b>
<b>R-2 73%</b>	66,56		4,1		4,49	
<b>R-3 73%</b>	75,32		4,4		4,39	

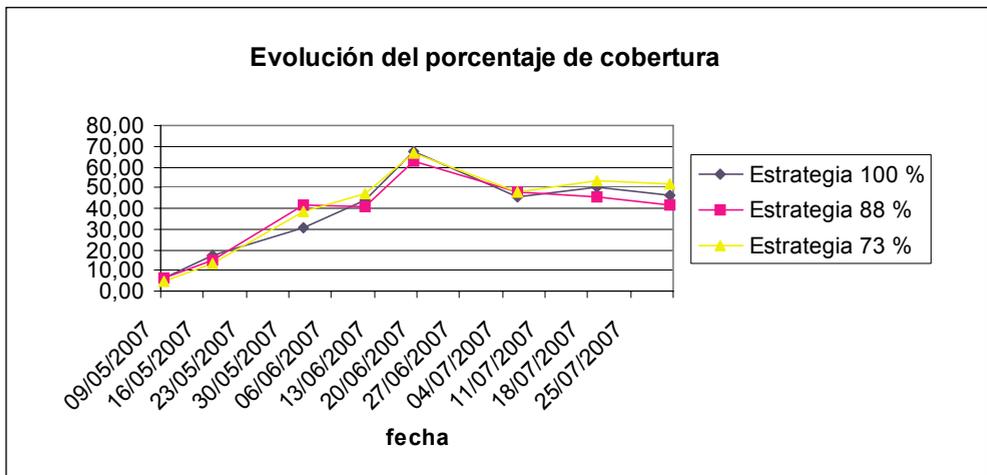
**Tabla 6.** Comparación de la productividad del agua en el ensayo de riego deficitario (valor medio del tratamiento de 100% con respecto al manejo de riego del campo del ensayo de RAEA)

	<b>Resultado medio del campo de ensayo de riego deficitario (Tratamiento 100%)</b>	<b>Resultado medio de la variedad Juncal en el campo de ensayo de RAEA</b>
Consumo (m <sup>3</sup> /ha)	6.995	7.663
Producción media (kg/ha)	135.639	95.360

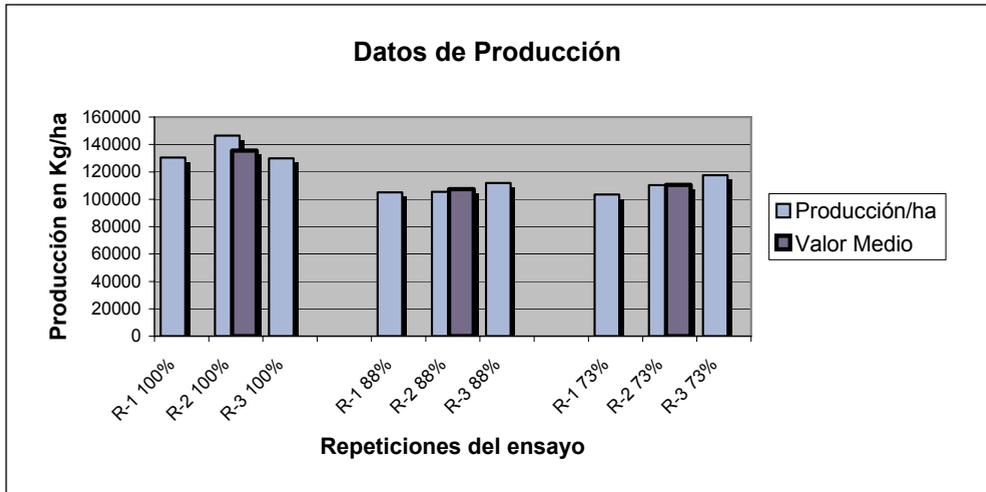
**Gráfico 1.** Representación de los Coeficientes de cultivos (Kc) utilizados



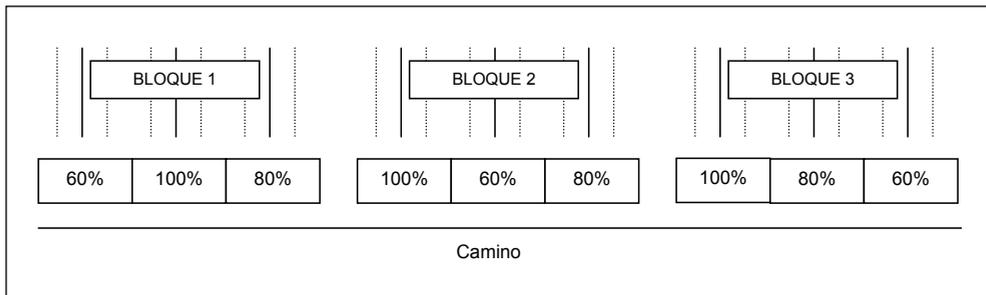
**Gráfico 2.** Valor medio de la evolución de los porcentajes de cobertura de cada tratamiento de riego en el ensayo de riego deficitario en tomate de industria (100%, 88% y 73% de necesidades máximas)



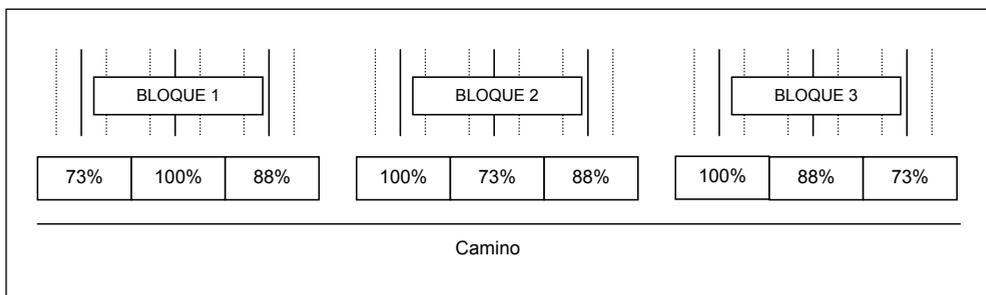
**Gráfico 3.** Producciones por ha para cada repetición y valor medio para cada tratamiento de riego



**Figura 1.** Esquema del planteamiento del ensayo de riego deficitario inicial



**Figura 2.** Esquema del ensayo de riego deficitario



**Imagen 1.** Disposición de los elementos necesarios para el manejo y seguimiento del riego (programador, electroválvulas, contadores y tuberías terciarias de cada estrategia de riego)



**Imagen 2.** Imagen de uno de los lomos de tomate en fase de maduración



## BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. y SMITH, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Cuadernos de riego y drenaje n. 56. FAO. Roma.
- Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. 1999. Manual de riego para agricultores. Módulo 4. Riego localizado.
- FAO. 1990. Expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements. Roma. Italia.
- FAO. 1976. Riego y drenaje. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. N° 24. Roma. Italia.
- PRIETO, H. 1996. Riego por goteo. Consejos de utilización y fertirrigación en cultivos hortícolas. Tomate para industria. Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura. Depósito Legal: BA-62/Marzo.
- RODRÍGUEZ, A.; PRIETO, H.; BASELGA, J. y GARCÍA, M.J. 1993. Influencias de las dosis de riego y de la fertilización nitrogenada sobre la productividad del tomate para industria concentrado. II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Zaragoza.
- RODRIGO, J.; HERNÁNDEZ, J.M.; PÉREZ, A. y GONZÁLEZ, J.F. 1996. Riego localizado. IRYDA-Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- VILLALOBOS, F.J.; MATEOS, L.; ORGAZ, F. y FERERES, E. 2002. Fitotecnia. Bases y tecnologías de la producción agrícola. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 496 p.