

[RENDIMIENTO EN HORTICOLAS]

Riego deficitario en tomate para industria

Benito Salvatierra Bellido

Ingeniero Agrónomo
Técnico del Instituto de
Investigación y Formación Agraria
y Pesquera de Andalucía (IFAPA)
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

El cultivo del tomate de industria es un cultivo que es predominante en la Comarca del Bajo Guadalquivir, pero su productividad depende muchísimo del agua disponible para la campaña de riego. 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).



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

Antecedentes

El cultivo del tomate de industria en toda la comarca del bajo Guadalquivir ha ido creando desde los años 80 un tejido agroindustrial muy importante. Actualmente tiene perspectiva de convertirse en uno de los cultivos de regadío más significativo en las zonas regables de esta comarca.

En cuanto a las necesidades hídricas es un cultivo que tiene su desarrollo en el campo desde marzo en el que se realiza la plantación hasta principios de agosto, y es necesario una gran cantidad de agua de riego debido a:

- está implantado en la época dónde existe mayor evapotranspiración potencial.
- durante todo su ciclo apenas existe precipitaciones salvo en la época implantación del mismo, cuando las necesidades son mínimas.
- la evolución de la planta es solida-

ria al aumento de evapotranspiración potencial.

Introducción

Estas razones llevaron al Servicio de Asesoramiento del IFAPA a comenzar a analizar el consumo de agua de esta planta y optimizarlo para distintas situaciones en cuanto a deficiencia en la disponibilidad del recurso. Para ello puso en marcha un ensayo de programación de riego con los siguientes objetivos:

1. Contrastar dos variantes de Coeficientes de cultivos del tomate de industria.
2. Analizar el comportamiento productivo de tratamientos de riego a dosis más bajas.
3. Divulgar en el sector los resultados para la siguiente campaña.

Para responder a estos objetivos, se diseñó la experiencia que a continua-

Figura 1:
Esquema del planteamiento del ensayo del riego deficitario inicial

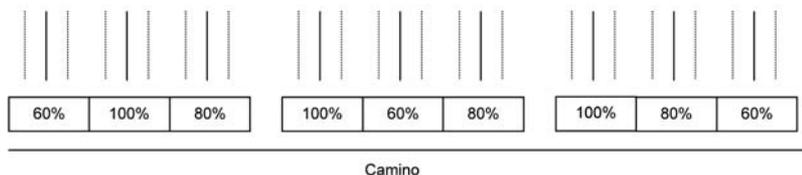
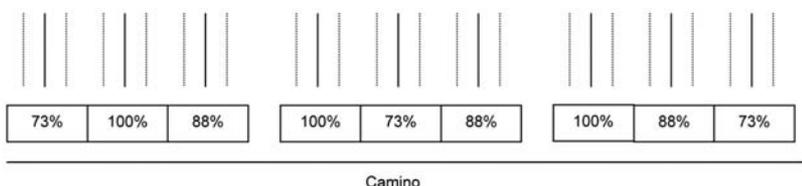


Figura 2:
Esquema real del ensayo de riego deficitario



ción se describe. Consistió en un ensayo de riego deficitario en tomate para industria anejo a una de las experiencias de la RAEA (Red Andaluza de Experimentación Agraria). Su ubicación atendió a criterios de disponibilidad de agua en la campaña 2007 junto a una metodología y logística similar a la utilizada en la RAEA. El ensayo estuvo dentro de un sector de riego de los existentes en la finca "Hato Ratón", el cual se acondicionó 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.

Materiales

- Parcela de ensayo. Localización: Finca Hato-Ratón. Villamanrique de la Condesa (Sevilla).

- Cultivo. Tomate de industria trasplantado. Variedad: Juncal. Fecha de trasplante 20/3/07.
- Distancia entre líneas de cultivos: 1,5 m y distancia entre plata 23 cm aproximadamente.
- Longitud de los surcos: 212 m.
- Material de riego: goteros de 2,2 l/h autocompensantes, con separación de 0,65 m, sobre ramales de goteo de 20 mm de diámetro, conexiones a tres tuberías terciarias de 50 mm de diámetro.
- Tres Electroválvulas con relés de apertura y cierre.
- Tres 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.

Tabla 1:
Kc del ensayo de riego deficitario

Número de días	40	10	10	10	20	10	10	10	10
Decena	1 ^a a 4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a y 9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a	13 ^a
Kc	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

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

Metodología

El estudio tiene como objeto dos campos de ensayos:

1. El ensayo del SAR de programación de riego deficitario.
2. La experiencia de ensayo de variedades de RAEA.

El primer ensayo fue un ensayo de riego deficitario, en el cual se pretendía ver el comportamiento de distintas programaciones de riego con diferentes tratamientos, siendo éste contiguo espacialmente al ensayo de variedades de RAEA. Básicamente el ensayo consistió en llevar a cabo tres tratamientos de riego distintas con un coeficiente de cultivo lo más adaptado a la casuística de plantación de la finca. Los tres tratamientos a ensayar fueron:

- 100 % de las necesidades máximas.
- 80 % de las necesidades máximas.
- 60 % de las necesidades máximas.

El riego fue de frecuencia diaria y los déficit del segundo y tercer tratamiento se repartieron de manera proporcional a lo largo del ciclo salvo el tratamiento de saturación de seis horas (135 m³/ha) de riego dado el 19 de junio.

Para ello en todos los tratamientos se utilizó una adaptación del coeficiente de cultivo del manual FAO 24 llevada a cabo por Prieto, M (1996).

La metodología utilizada fue la de bloques al azar con la distribución en campo que se muestra en la **Figura 1**. 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 surcos se hacía la estrategia de riego correspondiente, sirviendo los dos exteriores de guardas,

El cultivo del tomate de industria en toda la comarca del bajo Guadalquivir ha ido creando desde los años 80 un tejido agroindustrial muy importante

correspondiendo por tanto, el lomo central para analizar su comportamiento. Todos los surcos del ensayo fueron de la variedad “juncal”.

El planteamiento inicial fue variado sólo en las proporciones de los tratamientos a lo largo del ensayo, debido a la introducción de una práctica no prevista en el diseño previo y realizada previamente al cuajado de los frutos. Esta práctica consistió en mover los laterales de riego en todas las repeticiones del ensayo hacia lo alto de la planta y posteriormente llevar a cabo un riego de saturación (seis horas de riego). Por tanto el esquema anterior quedó modificado según la **Figura 2**.

“ **Existe una clara diferencia de la productividad entre un manejo de riego cubriendo las necesidades máximas frente al tratamiento de dosis deficitarias por muy pequeñas que sean**

Siendo finalmente los tres tratamientos ensayados:

- 100 % de las necesidades máximas.
- 88 % de las necesidades máximas.
- 73 % de las necesidades máximas.

Para ejecutar el ensayo se utilizó el método de balance de agua en el suelo, con la siguiente simplificación: reponer las necesidades de agua diarias al alcanzar el umbral de humedad correspondiente a la capacidad de de capacidad de campo conocida. Para ello se calculaba diariamente la evapotranspiración del tomate a partir de la siguiente expresión:

$$ET = E_{To} * Kc$$

E_{TO}: Se obtuvo diariamente de la Red de Estaciones Agroclimáticas. Estación de Aznalcázar

Kc.: FAO 24 adaptado por Prieto, M (1996) en tomate para industria plantado a partir de mediados de marzo (Ver **Tabla 1**).

A lo largo del ensayo se fueron tomando los datos del porcentaje de cobertura de todas las repeticiones, ob-

Gráfico 1:

Representación de los Coeficientes de cultivos (Kc.) utilizados

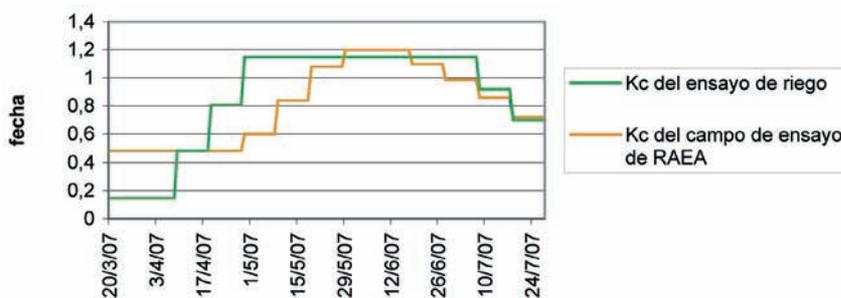


Gráfico 2:

Valor medio de la evolución de los porcentajes de cobertura de cada tratamiento de riego en el ensayo de riego deficitario

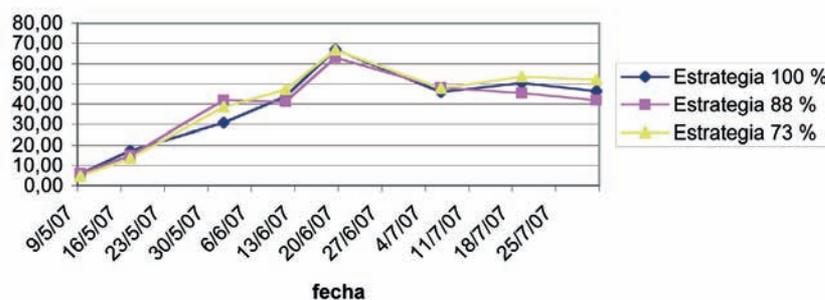
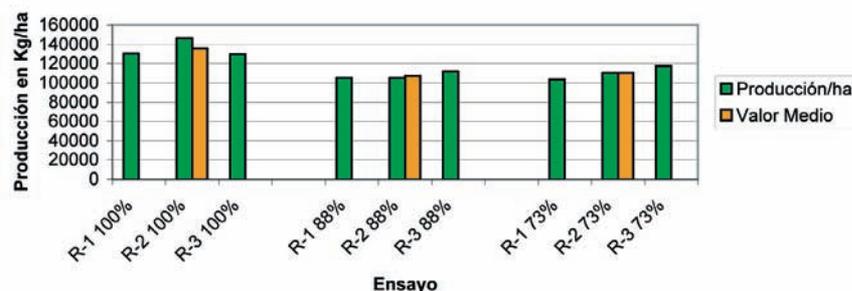


Gráfico 3:

Rendimientos por hectárea para cada repetición y el valor medio para cada tratamiento de riego



teniendo una evolución media de cada tratamiento de riego según se muestra en el **Gráfico 3**.

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 la distribución del tiempo de riego cada día.

En el segundo ensayo fue la RAEA quién gestionó el ensayo, salvo en la práctica de riego que fue el propio agricultor asesorado por el Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR). La

metodología fue similar a la anterior pero con un Kc. distinto, el propuesto desde el programa informático “Mejora del uso y gestión del agua de riego” de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. En este ensayo se analizó el comportamiento de variedades de tomates de industria mediante la metodología de bloques al azar, dónde la variable a estudiar fue la variedad del material vegetal. Una de las variedades objeto de esta experiencia fue la variedad “juncal” que debido a su uso extendido fue la observada para el ensayo de riego ejecutado directamente por el SAR. (Ver **Tabla 2**).

Tabla 3:

Resumen de rendimiento por ha para cada repetición y el valor medio para cada tratamiento de riego

VARIEDAD	Peso. NETO (kg./surco)	Producción/ha (Kg., /ha)	Valor Medio (Kg. /ha)
R-1 100%	4150	130503	135639
R-2 100%	4660	146541	
R-3 100%	4130	129874	
R-1 88%	3340	105031	107442
R-2 88%	3350	105346	
R-3 88%	3560	111950	
R-1 73%	3290	103459	110482
R-2 73%	3510	110377	
R-3 73%	3740	117610	

Imagen de uno de los lomos de tomate en fase de maduración



Resultados

El análisis de varianza de la variable rendimiento de bulbos de cebolla, para el diseño estadístico empleado, nos muestra diferencias significativas entre las variedades ensayadas. Los resultados se pueden ver en la **Tabla 3**.

Los resultados de cada campo de ensayo se exponen en el cuadro "Resumen del ensayo", donde se expresan los datos de cada repetición y la media de las tres repeticiones del ensayo en kg /ha.

En la **Tabla 5** aparece el análisis de rango múltiple para la variable rendimiento. En esta tabla se muestran los grupos homogéneos de variedades, cuya diferencia en rendimiento, 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.

Junto a los datos resultantes de producción también se obtuvieron parámetros de calidad del tomate que definen aún más los resultados del ensayo (ver **Tabla 6**), 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 han sido: el peso de los frutos, los grados Brix 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 un reducción del valor en las tres repeticiones del tratamiento del 73%.

Tabla 5:

Test de Duncan para la variable producción del lomo en cada tratamiento

Grupos homogéneos			
Variable: rendimiento del lomo en Kg.			
	Observaciones	Media	Test de Duncan (95%)
Tratamiento del 100%	3	4313,3	A
Tratamiento del 88%	3	3513,3	B
Tratamiento del 73%	3	3416,7	B

Los demás parámetros parecen no estar vinculados a la disponibilidad del agua.

Además si comparamos 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", obtenemos los datos que se reflejan en la **Tabla 7**.

Conclusiones

- Del análisis de los resultados del ensayo de riego deficitario, se obtiene una clara diferencia de la productividad entre un manejo de riego cubriendo las necesidades máximas frente al tratamiento de dosis deficitarias por muy pequeñas que sean. El cultivo de tomate de industria es un cultivo meramente de regadío en el que su rentabilidad esta fuertemente vinculada al manejo del riego y sobre todo a una adecuada programación de los riegos. Sin embargo podemos evaluar la posibilidad de reducción de rendimientos con dosis algo más bajas en función a los datos obtenidos en la **Tabla 3**. Es extraño

Tabla 4:

Análisis estadísticos de la variable producción

ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	varianza	F-ratio	Nivel de significación (95%)
TRATAMIENTO	1434694710,30	2	717347355,15	15,0	6,94
REPETICIÓN	0,00	2	0,00	0,0	6,94
Residual	191249199,93	4	47812299,98		
Total	1625943910,23	8	203242988,78		
					CV=4,51
					DMS (0,05) = 27.150,31 Kg/ha

Tabla 6:
Parámetros de calidad obtenidos

	PESO DE 25 FRUTOS	Valor Medio	GRADOS BRIX	Valor Medio	PH	Valor Medio
R-1 100%	85,6	83,4	3,97	4,11	4,37	4,38
R-2 100%	79,28		4,23		4,43	
R-3 100%	85,24		4,14		4,34	
R-1 88%	84,92	83,8	4,17	4,11	4,4	4,32
R-2 88%	87,12		3,68		4,36	
R-3 88%	79,32		4,47		4,21	
R-1 73%	73	71,6	3,95	4,2	4,15	4,34
R-2 73%	66,56		4,1		4,49	
R-3 73%	75,32		4,4		4,39	

el comportamiento de la repetición tres del tratamiento del 60%, que estuvo influenciado por un pequeño escape de agua constante por el ensamblaje de los elementos de válvulas, contadores y llaves existentes a esa altura del lomo en cuestión.

• En cuanto a los datos de evolución de los porcentajes de cobertura obtenidos, y según el **Gráfico 3**, podemos decir que los tratamientos del 73% y 88% sufren un crecimiento más vegetativo en la fase de iniciación de la floración y puede deducir-

se que sea por un menor índice de floración ó una mayor abscisión de las flores. Y también que al final del ciclo es sólo el tratamiento del 73% el que mantiene un mayor porte vegetativo deduciéndose que este mayor porte se produce a costa de parámetros de calidad de la producción como el menor tamaño del fruto, (ver **Tabla 6**).

• Queda constatado la idoneidad del Coeficiente de cultivo utilizado en el campo de ensayo de riego deficitario según la comparación de los resulta-



El cultivo de tomate de industria es un cultivo meramente de regadío en el que su rentabilidad esta fuertemente vinculada al manejo del riego

dos 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 7:
Comparación de la productividad del agua de riego en el ensayo de riego (valor medio del tratamiento de 100 % con respecto al manejo de riego del campo de ensayo de RAEA en la variedad Juncal)

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

Bibliografía

Queda a disposición de los lectores en las siguientes direcciones de correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com y en benito.salvatierra.ext@juntadeandalucia.es •

