



Grupo de Relaciones Hídricas y Nutrición en
Cultivos Hortícolas y Leñosos
Departamento de Hortofruticultura
Centro de Investigación Agraria
Finca La Orden-Valdesequera
06187 Guadajira (Badajoz)
Tlfn: 924 01 40 00 - Fax: 924 01 40 01
www.centrodeinvestigacionlaorden.es



Una Manera de hacer Europa

JUNTA DE EXTREMADURA

Vicepresidencia Segunda y
Consejería de Economía, Comercio e Innovación



I Jornada Sobre Riego y Nutrición de Cultivos Leñosos y Hortícolas

9 de Febrero de 2010 - Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera



JUNTA DE EXTREMADURA

Prólogo

María del Henar Prieto Losada. Dr. Ingeniero Agrónomo. Jefa de Servicio Coordinación de la SECTI.

El Grupo de Relaciones Hídricas y Nutrición en Cultivos Hortícolas y Leñosos del Centro de Investigación Finca La Orden-Valdealsequero inicia su actividad en el año 1998. Las primeras actividades se centraron en un análisis de la situación del regadío en las principales zonas de riego extremeñas, con especial atención a las Vegas del Guadiana. De la superficie de cultivo en riego el 80% se regaba por gravedad y el resto prácticamente por aspersión, ya que el goteo se utilizaba de forma mínima en algunas plantaciones frutales más innovadoras. El agua disponible era abundante y en general a precios bajos, detectándose una eficiencia en el uso del agua muy baja y una gran escasez y pobreza en la información disponible para realizar programaciones de riego ajustadas a las necesidades reales de los cultivos.

Partiendo de este análisis se plantearon las siguientes líneas de actuación:

- Evaluación de eficiencia de riego por gravedad y propuestas de mejora.
- Inicio de la Red de Asesoramiento al Regante en Extremadura (REDAREX).
 - Puesta a punto de la metodología de riego para las condiciones de la Región.
 - Red de estaciones meteorológicas en las principales zonas regables.
 - Sistema de difusión de la información (página web).
- Optimización del uso del agua de riego en los cultivos más relevantes de la Región: tomate de industria.

Posteriormente, la gran sequía de los años 90, donde solamente se autorizó el riego de cultivos permanentes para garantizar su supervivencia, marca el inicio de los trabajos sobre "Riegos Deficitarios Controlados" en frutales y tomate de industria.

Otro aspecto clave en los regadíos de la Región ha sido la introducción del riego en dos cultivos de secano, de gran importancia económica y social, como son el olivar y el viñedo. Esta realidad no pasa desapercibida al Grupo de Relaciones Hídricas y Nutrición en Cultivos Hortícolas y Leñosos que inicia proyectos sobre "Riego en Olivar Tradicional, Intensivo y de Alta Densidad" y "Riego en Viñedos de uva tinta de vinificación para Producción de vinos de Calidad"

Paralelamente a estos acontecimientos se ha ido produciendo una progresiva transformación de los regadíos extremeños, de forma que el riego localizado ha pasado a ser el segundo en cuanto a superficie ocupada (hasta 26% en la actualidad), a costa del riego por gravedad (50% de la superficie actual de regadío), lo que ha hecho posible realizar un control más estricto de los volúmenes de agua aplicados, mejorando la eficiencia de riego y favoreciendo el uso de estrategias de riego que permitan mejorar el uso del agua y nutrientes. Esta eficiencia en el uso de agua y fertilizantes se ha convertido en una necesidad, en un contexto en el que la optimización de los medios de producción es la clave de la rentabilidad de las explotaciones agrícolas y la reducción del impacto de las prácticas de cultivo sobre el medio ambiente, una exigencia de la Sociedad, a la vez que se requieren alimentos más sanos. Dentro de este contexto se encuadran trabajos sobre:

- Rotaciones en cultivos hortícolas con optimización de riego y fertilización nitrogenada.
- Nutrición en frutales de interés en la Región
- Utilización del riego para control del vigor como sustitutivo del uso de reguladores de crecimiento.

El Grupo de Relaciones Hídricas y Nutrición en Cultivos Hortícolas y Leñosos ha alcanzado la madurez necesaria y se encuentra en condiciones de transferir información fundamental para un uso más adecuado del agua de riego y la fertilización, obtenida en las condiciones dominantes en Extremadura, tanto en cultivos leñosos con frutales de hueso y pepita (melocotonero, peral, ciruelo japonés), olivar y viñedo, como en cultivos hortícolas de indudable importancia en la región como el tomate de industria.

El objetivo de estas "I Jornadas sobre riego y nutrición en cultivos leñosos y hortícolas" es transferir la información generada hasta el momento por el grupo de Riego y Nutrición, tener un contacto directo con agricultores y técnicos directamente relacionados con el uso y gestión del agua de riego y recoger las necesidades que podrán dar lugar a nuevos proyectos y líneas de trabajo, ya que es prioritario que se aborden cuestiones de interés práctico que puedan resolver problemas reales. Se pretende además que estas Jornadas tengan un carácter periódico y anual, y que actúen como núcleo generador de otras actividades que faciliten la transmisión de información y la colaboración entre los diferentes sectores implicados.

I Jornada Sobre Riego y Nutrición de Cultivos Leñosos y Hortícolas

9 DE FEBRERO DE 2010 - LUGAR: CENTRO DE INVESTIGACIÓN FINCA LA ORDEN-VALDESEQUERA.

Programa

09:00 h.: Presentación.

Dña. M^a del Henar Prieto. Jefa de Servicio Coordinación de la SECTI.

09:15 h.: Riego y relaciones hídricas en cultivos leñosos y hortícolas.

Grupo de Relaciones Hídricas. Instituto de Agricultura Sostenible. Córdoba.

10:00 h.: Perspectivas del riego en la planificación hidrológica del Guadiana.

D. José A. Rodríguez. Jefe de Planificación Hidrológica. Confederación Hidrográfica del Guadiana.

10:30 h.: Pausa.

11:00 h.: Estrategias de riego deficitario en cultivo de nectarina temprana.

Dña. M^a José Moñino. Investigadora. Centro De Investigación Finca La Orden-Valdesequera.

11:20 h.: Utilización del riego deficitario controlado a largo plazo en peral y su efecto sobre producción y crecimiento vegetativo.

D. Antonio Vivas. Investigador. Centro De Investigación Finca La Orden-Valdesequera.

11:40 h.: Riego deficitario en viñedo.

D. Luis Mancha. Investigador. Centro De Investigación Finca La Orden-Valdesequera.

12:00 h.: Riego en plantaciones intensivas de olivar.

D. Juan M. Pérez. Investigador. Centro De Investigación Finca La Orden-Valdesequera.

12:20 h.: Riego en cultivo de tomate para industria.

D. Carlos Campillo. Investigador. Centro De Investigación Finca La Orden-Valdesequera.

12:40 h.: Optimización de la fertilización nitrogenada en tomate para industria.

Dña. Carlota Daza. Investigadora. Centro De Investigación Finca La Orden-Valdesequera.

13:00 h.: Mesa redonda: "Situación actual, necesidades de investigación y transferencia de tecnología al sector agrario".

Moderadora. Dña. M^a del Henar Prieto.

Organiza: Centro de investigación Finca La Orden-Valdesequera. Departamento de Hortofruticultura. Grupo Relaciones Hídricas y Nutrición en Cultivos Hortícolas y Leñosos

María del Henar Prieto Losada

Carlos Campillo Torres.

María José Moñino Espino.

Carlota Daza Delgado.

Luis Mancha Ramírez.

Joaquín Picón Toro

Víctor Moreno Rendón.

Ana Isabel Martín Vertedor.

Alberto Sampeiro Sainz-Aja.

David Uriarte Hernández.

Valme González García

Ines María Ruiz Afan

Juan Manuel Pérez Rodríguez.

Antonio Vivas Cacho.

Encarna Lara Carrasco

Jorge Blanco Gallego

Dr. Ingeniero Agrónomo. Coordinador equipo

Dr. Ingeniero Agrónomo.

Ingeniero Agrónomo.

Ingeniero Agrónomo.

Ingeniero Agrónomo.

Ingeniero Agrónomo.

Ingeniero Agrónomo.

Ingeniero Agrónomo.

Lic. Tecnología de los Alimentos.

Lic. Biología.

Lic. Química.

Ingeniero Técnico Agrícola.

Ingeniero Técnico Agrícola.

Ingeniero Técnico Agrícola.

Ingeniero Técnico Agrícola.

Ingeniero Técnico Agrícola.

maria.prieto@juntaextremadura.net

carlos.campillo@juntaextremadura.net

mariajose.monino@juntaextremadura.net

carlota.daza@juntaextremadura.net

luisalberto.mancha@juntaextremadura.net

joaquin.picon@juntaextremadura.net

victor.morenor@juntaextremadura.net

anaisabel.martin@juntaextremadura.net

alberto.sampeiro@juntaextremadura.net

david.uriarte@juntaextremadura.net

valme.gonzalez@juntaextremadura.net

inesmaria.ruiz@juntaextremadura.net

juanmanuel.perez@juntaextremadura.net

antonio.cacho@juntaextremadura.net

encarnación.lara@juntaextremadura.net

jorge.blanco@juntaextremadura.net

Coordina: Carlos Campillo Torres

Estrategias de Riego Deficitario en Nectarina Temprana

María José Moñino Espino. Ingeniero Agrónomo.



INTRODUCCIÓN

Actualmente no es posible plantear una fruticultura intensiva en climas mediterráneos sin el riego. La agricultura utiliza más del 70% del total de agua dulce, por lo que es necesario alcanzar un uso eficiente del agua, evitando pérdidas innecesarias del recurso y, problemas medioambientales que puedan derivarse de un uso incorrecto de las prácticas agrícolas.

A partir de los años ochenta, con la aparición del Riego Deficitario Controlado (RDC), el riego empezó a utilizarse como una estrategia de cultivo, y dejó de ser considerado únicamente como un medio para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, especialmente en zonas donde el agua es la mayor limitación de la producción. El objetivo de los primeros trabajos fue controlar el vigor de los árboles, además del ahorro en la dotación hídrica, aportando volúmenes de agua inferiores a las necesidades de los cultivos en el periodo y/o periodos fenológicos, o combinación de los mismos, en los que las plantas mostraran escasa sensibilidad al déficit hídrico y, cubrir

plenamente las necesidades hídricas el resto del ciclo, sin afectar negativamente a los resultados productivos y/o cualitativos.

En los frutales de hueso de ciclo corto, el crecimiento del fruto desde cuajado hasta recolección es muy rápido y de corta duración, siendo un periodo muy sensible al déficit hídrico. Sin embargo, disponen de un largo periodo poscosecha, poco sensible desde el punto de vista productivo pero con una importante actividad vegetativa.

OBJETIVOS

Utilizar estrategias de riego deficitario durante poscosecha en frutal de hueso de maduración temprano, y definir la intensidad y la duración del estrés hídrico al que pueden someterse los árboles durante dicho periodo, sin comprometer la producción del siguiente año o posteriores.

METODOLOGÍA

El ensayo se estableció durante 4 años en una plantación comercial adulta intensiva de la variedad de nectarina temprana Early Diamond, situada en la Finca El Bercial (Extremena Aragonesa Agrícola. Grupo ALM), en las Vegas Bajas del Guadiana (Badajoz). Los árboles tenían 10 años al inicio del ensayo y el marco de plantación era de 4 x 2 m. El sistema de riego fue por goteo, con 4 goteros autocompensantes por árbol, separados 1 m en la tubería portagoteros. El diseño del ensayo fue en bloques al azar con 4 repeticiones. Todos los tratamientos de riego (T1, T2, T3, T4 y T5) se iniciaron tras la recolección de la fruta a principios de junio y concluyeron con la campaña de riego (tabla 1). La evapotranspiración de cultivo, E_{Tc} se calculó diariamente mediante la ecuación $E_{Tc} = E_{To} \times k_c$, siendo E_{To} la evapotranspiración de un cultivo de referencia, procedente una estación agrometeorológica situada en una pradera de la misma finca y, k_c el coeficiente de cultivo para melocotoneros adultos sin cubierta vegetal (Goldhamer y Snyder, 1989).

	Antes de recolección	Después de recolección	
		Hasta inicio decaimiento del árbol	Hasta fin de campaña de riego
T1	100% E_{Tc}	100% E_{Tc}	
T2		50% E_{Tc}	
T3		50% E_{Tc}	75% E_{Tc}
T4		25% E_{Tc}	
T5		25% E_{Tc}	75% E_{Tc}

Tabla 1. Tratamientos de riego durante los cuatro años de ensayo.

RESULTADOS

- Agua aplicada.

El empleo de estrategias de recorte de caudal en poscosecha permitió reducir de forma considerable la cantidad de agua aplicada. El ahorro medio de agua en los cuatro años, respecto del tratamiento control (T1), fue entre 4.462 m³/ha en el tratamiento más estresado (T4) y 2.465 m³/ha en el tratamiento más moderado (T3), es decir, entre un 75% y un 41% del total de agua empleada para regar la plantación de acuerdo a sus necesidades hídricas en posrecolección.

- Vigor, crecimiento vegetativo y producción.

Uno de los objetivos perseguidos con el riego deficitario es el control del vigor en plantaciones intensivas; en este sentido, en la figura 1 se observa el efecto de los diferentes tratamientos sobre el vigor de los árboles medido como el crecimiento de la sección del tronco. En el primer año no se llegaron a establecer diferencias entre tratamientos y, es a partir del segundo año, cuando estas diferencias empiezan a ser claras y a cordes con los tratamientos. Al finalizar el ensayo, el T1 (control) tuvo el crecimiento más vigoroso, mientras que el estrés severo (T4) dio lugar a la mayor pérdida de vigor (figura 2).

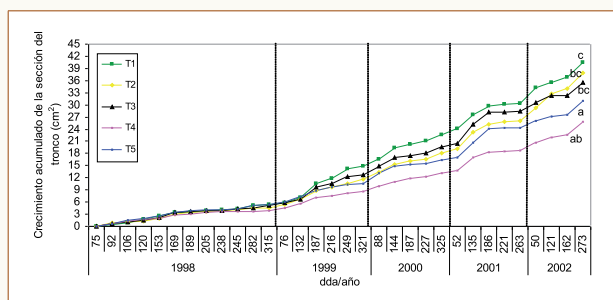


Figura 1. Evolución del crecimiento del tronco durante el ensayo en los tratamientos de riego. Diferentes letras significan diferencias significativas en la media $P < 0,05$.

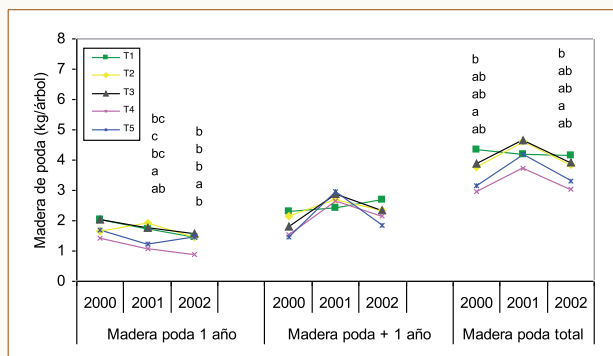


Figura 2. Peso de la madera de poda de invierno en kg/árbol en los tratamientos de riego durante el ensayo. Diferentes letras significan diferencias significativas en la media $P < 0,05$.

En este trabajo, los riegos deficitarios poscosecha no dieron lugar a pérdidas de producción, ya que ningún año se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos deficitarios y el control más regado, en los kilos de fruta producidos (figura 3). Tampoco hubo diferencias significativas en el peso de fruta producida para cada tamaño (datos no presentados) y, por lo tanto, el valor comercial de la cosecha fue el mismo en todos los tratamientos.

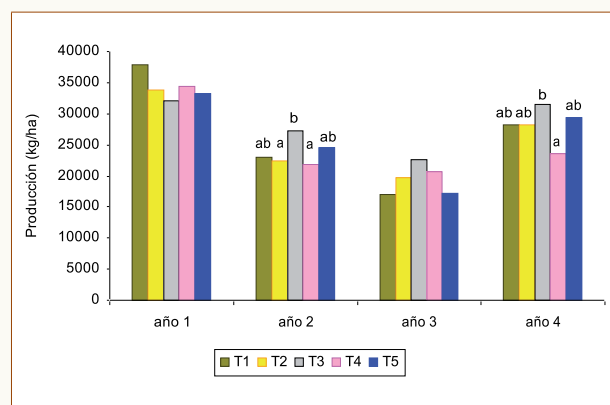


Figura 3. Valores medios en recolección. Diferentes letras significan diferencias significativas en la media $P < 0,05$.

Las diferencias en los volúmenes de agua de riego aplicadas fueron notables, por lo que la eficiencia en el uso del agua (kg/m³ de agua) fue muy diferente en cada tratamiento, desde más de 15 Kg de fruta en el menos regado (T4) hasta menos de 5 Kg en el tratamiento control (T1), con valores intermedios en el resto de los tratamientos.

CONCLUSIONES

- Al reducir el aporte de agua en poscosecha en una plantación de nectarina temprana, además de ahorrar un importante volumen de agua de riego y otros costes asociados, se redujo sensiblemente el vigor de los árboles, sin pérdidas en el valor de la cosecha.
- El empleo de estrategias de riego deficitario controlado es una práctica recomendable para variedades tempranas de melocotonero y nectarina, que entraña pocos riesgos y, permite obtener beneficios adicionales al ahorro de agua, como son reducciones en la poda y mejor iluminación y aireamiento de las copas de los árboles.
- La dosis concreta se debe adaptar a cada plantación pero, los resultados de este trabajo muestran que hay un amplio rango de valores dentro de los cuales no se han detectado efectos negativos.

Este trabajo se llevó a cabo como parte del proyecto INIA SC98-008 y cofinanciado por FEDER.

Utilización del riego deficitario controlado a medio y largo plazo en peral de verano: efecto sobre producción y crecimiento vegetativo

Antonio Vivas Cacho. Ingeniero Técnico Agrícola.



INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación social por el medio ambiente ha inducido a la comunidad científica a estudiar temas relacionados con la conservación del mismo. En este sentido, el uso eficiente del agua, y su gestión eficaz y equitativa en los diversos sectores productivos que la utilizan, es una de las principales cuestiones a estudiar.

La agricultura es una actividad que demanda cantidades de agua importantes. Diversos estudios muestran como, en diferentes especies frutales, la reducción en la aportación de agua mediante Riego Deficitario Controlado (RDC), en determinados periodos vegetativos del árbol, no afectan de forma significativa a parámetros como la producción, y además de ser una herramienta fundamental para economizar agua de riego, permite obtener beneficios agronómicos adicionales como un eficaz control del vigor. Ambos aspectos, son además relevantes en el balance económico de una plantación.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es evaluar la incidencia a medio y largo plazo de la aplicación de 2 estrategias de RDC sobre una plantación de peral de verano desde el punto de vista de ahorro de agua, producción y el vigor.

METODOLOGÍA

El ensayo se estableció en el año 2003, y se mantuvo durante 6 años, en una plantación de peral, variedad Ercolini, situada en la Finca "La Orden-Valdequesera" (Gadajira), con árboles de 5 años al inicio del ensayo. El marco de plantación fue de 4 x 1,5 m y el sistema de riego, por

goteo, con dos tuberías portagoteros por línea de árboles, y goteros autocompensantes de 2,3 l/h cada 50 cm.

El diseño del ensayo fue de bloques al azar, estando formada cada parcela elemental por 18 árboles. Los tratamientos fueron:

T1: Control, regado según la evapotranspiración de cultivo (ETc) durante todo el ciclo.

T2: El riego fue igual que en el tratamiento Control excepto en los siguientes momentos del ciclo, en los que fue al 50% de la ETc: a) *antes de recolección*: desde inicio de la campaña hasta inicio de rápido crecimiento del fruto (152 dda). b) *en poscosecha*: desde recolección (199 dda) hasta inicio de decaimiento del árbol (252 dda).

T3: Riego al 50% de la ETc, toda la campaña menos los quince días anteriores a la recolección, que fue igual que el Control.

Las necesidades hídricas de la plantación se calcularon diariamente estimando la evapotranspiración de cultivo, ETc, como el producto de la ET0, por el coeficiente de cultivo, kc, propuesto por Goldhamer y Snyder (1989).

RESULTADOS

Para evaluar la incidencia de 2 estrategias de RDC sobre el ahorro de agua, la producción y el vigor se compararon con un tratamiento control al que se le aplicó el agua necesaria para satisfacer sus necesidades hídricas a lo largo de todo el ciclo vegetativo.

Consumo de Agua

Las 2 estrategias de RDC propuestas en el ensayo suponen un ahorro significativo en la cantidad de agua aplicada. El ahorro medio anual respecto al tratamiento Control, en los 6 años de ensayo, fue de 185 mm (22%) en T2 y 325 mm (40%) en T3.

	T1	T2			T3			ETo (mm)	ETc (mm)	Preci- pita- ción (mm)
	Agua de riego (mm)	Agua de riego (mm)	Ahorro respec- to a T1		Agua de riego (mm)	Ahorro respecto a T1				
			%	m³/ha		%	m³/ha	Durante la campaña de riego		
		Media 6 años	826	640		22	1855		500	40

Figura 1. Resumen de riego en mm durante el ensayo. El ahorro hídrico (en % y m³/ha) de T2 y T3 se calculan con respecto del tratamiento control. Los valores de ET0, y precipitación durante la campaña de riego.

Crecimiento vegetativo

El exceso de crecimiento vegetativo de los árboles puede ser un factor negativo para la producción de pera [mayor coste de mano de obra de poda, mayor incidencia de plagas y enfermedades, etc.]. El peso de la madera de poda fue una de las medidas realizadas para comprobar como afectaba el RDC sobre el crecimiento vegetativo. En la figura 1 se observa que el tratamiento Control (T1) fue el que tuvo mayor peso de poda cada año.

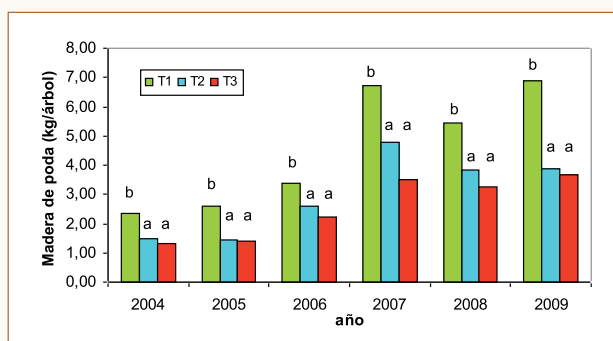


Figura 1. Peso en madera de poda invernal. Diferentes letras significan diferencias significativas en la media para $P < 0,05$.

Producción

El tratamiento T2 fue el que tuvo mayor producción total (kg/ha), los 2 primeros años y, el último de ensayo, sin presentar diferencias con el Control y T3 el resto del ensayo (figura 2).

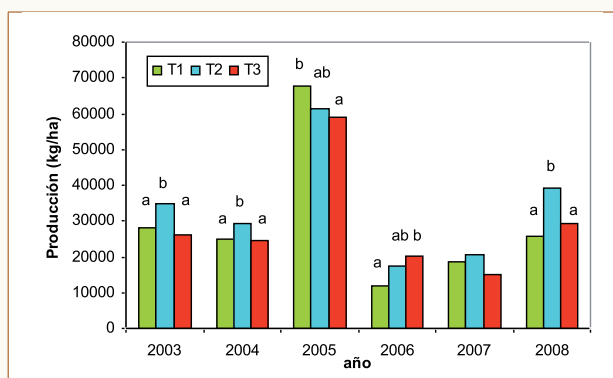


Figura 2. Producción en kg/ha. Diferentes letras indican diferencias significativas en la media para $P < 0,05$.

CONCLUSIONES

- La estrategia de riego deficitario adoptada en la variedad de pera de verano Ercolini, con reducción en el aporte de agua de riego por debajo de las necesidades de los árboles en pre (de brotación hasta crecimiento rápido del fruto) y postcosecha, resultó muy interesante ya que permitió obtener ahorros de agua de riego entre 1850

En cuanto al número de frutos comerciales (calibres > de 50 mm), no hubo diferencias entre el Control y T2 aunque T3 sí tuvo frutos más pequeños que el Control (figura 3). El tratamiento que fue más eficiente en el uso del agua (kg/m³) fue T3, sin diferencias significativas con T2, excepto en los años 2005 y 2006 (figura 4).

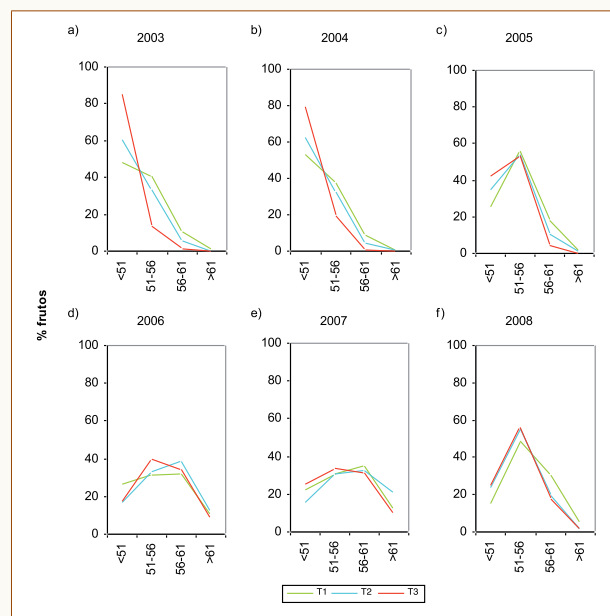


Figura 3. Distribución de los frutos por calibres en tanto por ciento en a) 2003, b) 2004, c) 2005, d) 2006, e) 2007 y f) 2008.

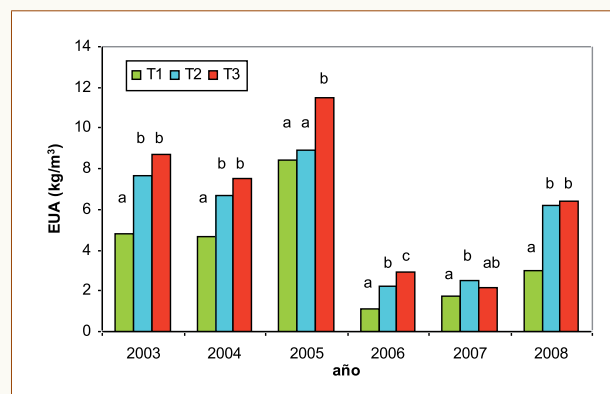


Figura 4. Eficiencia en el uso del agua (EUA) en kg/m³ de agua de riego. Diferentes letras indican diferencias significativas en la media para $P < 0,05$.

m³/ha y 3250 m³/ha, reduciendo además las necesidades de poda sin pérdidas en la cantidad y calidad de la cosecha.

- Estos resultados son muy consistentes y fiables al haberse obtenidos en un ensayo de larga duración.

Este trabajo se llevó a cabo como parte del proyecto INIA SC98-008 y cofinanciado por FEDER.

Riego Deficitario en Viña

Luis A. Mancha Ramírez. Ingeniero Agrónomo.

INTRODUCCIÓN

La modernización del viñedo en Extremadura, al igual que en otras regiones españolas, ha supuesto el paso de una viticultura tradicional de secano, con variedades locales, marcos de plantación amplios y sistema de formación tradicionales (en vaso en el caso de Extremadura), a sistemas más intensivos, con formas apoyadas que permiten la mecanización de buena parte de las prácticas de cultivo, así como la aplicación del riego. La utilización del riego, ha favorecido a su vez la introducción de nuevas variedades, diversificándose la producción tradicional de vinos blancos, hacia tintos y rosados en la zona. Aumentar la disponibilidad de agua para la planta supone un cambio radical en la fisiología que afecta de forma decisiva a los procesos de fructificación y maduración de las uvas y por tanto a las características de los mostos y a los procesos de vinificación y resultado final en los vinos.



Por otro lado, la calidad de la uva y vino se encuentra estrechamente relacionado con la carga de cosecha, y dado que el estado hídrico de la planta determina la productividad potencial de la misma, el riego y el aclareo pueden afectar de manera determinante a la calidad final en función de la estrategia adoptada. Hay un nivel de carga específico que puede madurar en una planta, por encima del cual se producen retrasos en la maduración y pérdida de calidad que estará relacionada con el propio estado hídrico.

Se planteó un ensayo con el objetivo global de estudiar diversas estrategias de riego deficitario aplicadas mediante riego por goteo y realizando aclareos que permitieran una mejora en la producción de la uva en cv. Tempranillo, manteniendo o mejorando la calidad de los vinos.

OBJETIVOS

Estudiar la incidencia de diferentes niveles de estado hídrico y de carga sobre parámetros de rendimiento, así

como la influencia de los mismos en la calidad del mosto en vendimia.

METODOLOGÍA

El ensayo se desarrolló durante los años 2005, 2006, 2007 y 2008 en una parcela de la "Finca La Orden" en el término municipal de Guadajira (Badajoz) planteando 4 tratamientos de riego generados mediante % de ETc (100% ETc, 50% ETc, 25% ETc y 0% ETc) y distribuidos en 4 Bloques y dos niveles de carga de racimos en cada tratamiento de riego, aplicados mediante aclareo de racimos en enero, para ver la incidencia de este descenso de producción en la posterior vinificación de estas parcelas elementales.

La plantación existente es de 1,8 ha de Tempranillo sobre patrón 110-Ritcher, en espaldera con una poda de formación a Cordón doble con 16 yemas/planta a 0,6 m de altura y con un gotero por planta que proporciona un caudal de 4 l/h.

La determinación de la dosis de riego se hace a través de un lisímetro de pesada de 6 m², que se encuentra instalado en la propia plantación, el cual contiene dos plantas que se desarrollan en las mismas condiciones que el resto de la parcela. También hay instalado un lisímetro de pesada en una pradera de polifitas y una estación agrometeorológica (perteneciente a la red REDAREX) que posibilitan la obtención del coeficiente de cultivo (Kc) para la vid en las condiciones de Extremadura.

RESULTADOS

• Necesidades Hídricas y Volúmenes de agua aplicados

En el Tabla 1 se puede ver que hay diferencias en el agua aplicada a un mismo tratamiento cada año, dependiendo de la climatología del mismo. En esta zona y dependiendo de la pluviometría el riego empieza a ser necesario a partir de Cuajado y se prolonga hasta el inicio de la Caída de Hoja, aunque es en el periodo de Cuajado a Vendimia donde se concentran gran parte de la demanda del cultivo.

Precipitaciones y Tratamientos	2005	2006	2007	2008
Precipitación Efectiva	26,76	58,92	187,06	135,75
100% ETc	222,28	322,65	272,86	610,79
50 % ETc	119,10	155,87	136,43	312,55
25% ETc	60,70	81,34	68,22	153,52

Tabla 1 Resumen de las precipitaciones y riegos aplicados en mm en los diferentes tratamientos durante las campañas 2005, 2006, 2007 y 2008.

El inicio del riego varió de un año a otro, oscilando el mismo desde principios de junio a principios de julio. Se

observó un mayor incremento en las necesidades hídricas en 2008 propiciado además de por el año climático en sí, porque este año no se dejó estresar las plantas del lisímetro de viña aportándosele toda la demanda de agua desde el inicio, lo que nos da una idea más exacta de las necesidades reales del cultivo.

• Producción

Al aumentar el agua aplicada se incrementó significativamente la producción con valores que oscilan entre el 20-25% de incremento para los riegos deficitario (25% ETc y 50% ETc) y el 60% para el tratamiento al cual se le proporciona toda la demanda del cultivo (100% ETc). Este aumento afectó a los tres principales componentes del rendimiento elevando el número de racimos por planta, del peso medio de racimos y del número de bayas por racimo. En todos los tratamientos se partía del mismo nº de yemas/planta.

El aclareo de racimos efectuado al inicio del invierno produce una disminución lógica de la producción en grado similar a la intensidad del aclareo ya que el incremento en el peso de los racimos que permanecen en la planta es muy ligero o inexistente en algunos casos.

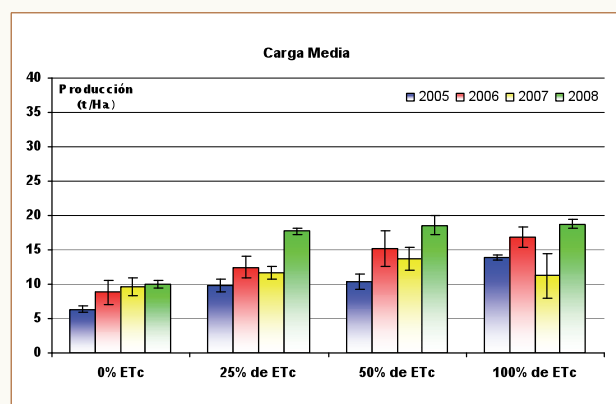


Figura 1. Producción de los Tratamientos de riego en Carga Media en Toneladas por Hectárea. Comparativa de las Campañas 2005, 2006, 2007 y 2008.

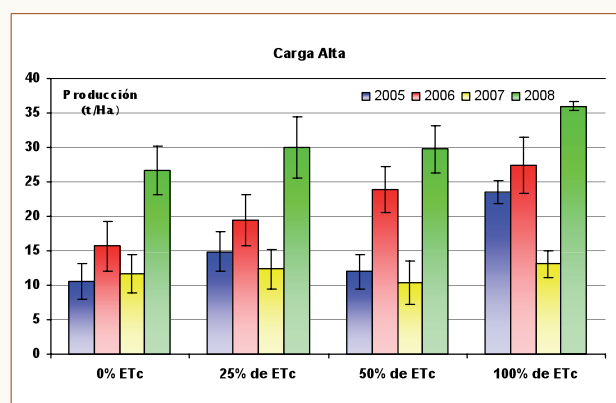


Figura 2. Producción de los Tratamientos de riego en Carga Alta en Toneladas por Hectárea. Comparativa de las Campañas 2005, 2006, 2007 y 2008.

• Parámetros de calidad

En cuanto a la concentración de azúcar se ha observado un comportamiento distinto en función de la campaña estudiada, así el riego afectó negativamente a la concentración de azúcar en el 2005, mientras que en 2007 y 2008 su efecto fue contrario. Lo que sí puede apreciarse es que para una misma campaña y un mismo tratamiento de riego, las bayas procedentes de cepas aclareadas, mostraron siempre valores más altos de concentración de sólidos solubles (°Brix) que las procedentes de las no aclareadas.

Tratamiento de riego	2005		2006		2007		2008	
	Carga Alta	Carga baja	Carga Alta	Carga baja	Carga Alta	Carga baja	Carga Alta	Carga baja
0% ETc	23,01	24,65	22,55	23,92	21,13	23,78	18,85	24,87
25% ETc	22,68	24,04	22,45	24,30	22,05	22,76	20,98	24,41
50% ETc			22,47	23,93	21,69	22,83	20,80	24,98
100% ETc	22,91	24,76	21,79	23,17	22,75	23,20	22,00	25,10

Tabla 2 Concentración de azúcares (°Brix) en vendimia para los distintos tratamientos de riego y carga de las campañas 2005, 2006, 2007 y 2008.

Tratamiento de riego	2005		2006		2007		2008	
	Carga Alta	Carga baja	Carga Alta	Carga baja	Carga Alta	Carga baja	Carga Alta	Carga baja
0% ETc	68,75	78,03	65,02	83,60	67,43	93,15	42,36	52,63
25% ETc	47,03	64,90	63,93	79,22	62,20	85,48	43,12	48,97
50% ETc			50,82	81,00	59,90	74,68	46,19	49,35
100% ETc	43,65	64,48	58,12	79,53	66,70	76,38	36,20	43,19

Tabla 3 Potencial Polifenólico Total en unidades de absorbancia (u.a) en vendimia para los distintos tratamientos de riego y carga de las campañas 2005, 2006, 2007 y 2008.

En cuanto al Potencial Polifenólico Total (PPT), de una manera general, a mayor dosis de riego, menor acumulación de sustancias polifenólicas, observándose un incremento en el contenido de polifenoles en los tratamientos a los que se le ha realizado un aclareo en invierno con respecto a los no aclareados.

CONCLUSIONES

El riego en el viñedo permite incrementar considerablemente las producciones, pero con el riesgo de pérdida de calidad en el caso de uva tinta para vinificación. Los resultados de este trabajo con uvas de la variedad Tempranillo, demuestran que utilizando estrategias de riego deficitario es posible incrementar la producción preservando la calidad de la uva.

Este trabajo se llevó a cabo como parte del proyecto INIA RTA-05-038-C6 y cofinanciado por FEDER.

Riego en Plantaciones Intensivas de Olivar

Juan Manuel Pérez Rodríguez. Ingeniero Técnico Agrícola.



INTRODUCCIÓN

La entrada de España en la Unión Europea y la consiguiente política de ayudas al olivar ha propiciado un auge desconocido hasta el momento de este cultivo tradicional de los países del Mediterráneo. El interés por incrementar las producciones sometió a revisión las prácticas habituales de cultivo y favoreció la introducción de sistemas de producción intensivos, propios de plantaciones frutales y que hasta el momento no habían sido utilizados en olivar, cultivo que presenta una serie de peculiaridades que lo diferencian claramente de otros frutales.

La intensificación del cultivo y la introducción del riego se produjeron de manera simultánea, de forma que es difícil encontrar olivares intensivos que no dispongan de riego localizado. El riego es una pieza clave en estos sistemas, ya que sin él sería difícil mantener una densidad de plantación alta con una productividad que justifique económicamente los gastos de inversión que supone un olivar de este tipo.

Al hablar de riego en olivares jóvenes es muy importante tener en cuenta que se trata de una etapa de gran crecimiento vegetativo del árbol, crecimiento que conviene favorecer para acelerar la entrada en producción. Por otra parte, al ser los árboles pequeños, las necesidades de agua son reducidas con respecto a los sistemas tradicionales, y excesos en el riego pueden provocar pérdidas por asfixia radicular, además de incrementar innecesariamente los costes.

Ajustar las dosis de riego a sus necesidades hídricas en los primeros años improductivos y el posible uso de riegos deficitarios tras alcanzar máxima cobertura, nos permitirá aportar el agua necesaria para un buen desarrollo y mantener la productividad de estos olivares.

METODOLOGÍA

En el año 1998 se plantó en el Centro de Investigación Finca "La Orden-Valdeasequera", un olivar intensivo de la variedad morisca, con un marco de plantación de 6 x 4 m (417 árboles/ha). El sistema de riego fue localizado con goteros de 4l/h y separados a 1 m a lo largo de la línea. Durante 10 años no se ha realizado un seguimiento de las necesidades de agua de los olivos y agua aportada con el riego, así como la evolución de la cosecha durante estos primeros años en que ha tenido lugar la entrada en producción.

A partir de la entrada en producción, se comparó el tratamiento control que se regó según metodología descrita por FAO y adaptada para condiciones de cubierta incompleta, con árboles donde se aplicaba una cantidad de agua insuficiente para satisfacer completamente las necesidades hídricas y comprobar el efecto sobre la cosecha. Para ello se redujo un 25% menos la cantidad total de agua aplicada, respecto al considerado control, para los primeros 4 años productivos y el 50% en años siguientes.

RESULTADOS

AÑO	Necesidades hídricas (m ³ /ha)	Pluviometría efectiva (mm)	Riego (m ³ /ha)	
			Control	Deficitario
1998 3	80	251	273	--
1999 6	10	320	428	--
2000 1	280	355	734	--
2001 2	080	350	1.340	1.004
2002 3	430	318	2.720	2.043
2003 4	330	309	3.310	2.480
2004 5	70	322	4.468	3.351
2005 6	40	175	3.800	1.610
2006 5	70	324	4.103	1.802
2007 5	410	249	3.047	1.927

Cuadro 1: Necesidades hídricas, agua aplicada y pluviometría efectiva en una plantación intensiva de olivar var. "morisca". Finca la Orden 1998-2007

En el Cuadro 1 se presentan las necesidades hídricas, lluvia efectiva y cantidad de agua que se aplicó con el riego en olivar intensivo en los 10 primeros años tras la plantación. La campaña de riego se inició en mayo y concluyó en septiembre. Hay que tener en cuenta que no toda la lluvia que se infiltra en el suelo queda a disposición del olivo, ya que parte queda fuera del alcance de las raíces.

Como se puede ver las necesidades de agua de los olivos en los primeros años fueron muy pequeñas, no superando los 100 mm hasta el tercer año y además la lluvia superó las necesidades de agua del olivar. Sin embargo, el riego fue necesario ya que en verano coincide un periodo

largo sin lluvia con temperaturas muy altas y hace que las reservas de agua del suelo no sean suficientes como para evitar que los árboles atraviesen periodos de falta de agua. En los dos primeros años, el agua aplicada con el riego fue mayor que las necesidades totales de los árboles, sin tener en cuenta el agua de lluvia. Hay que tener en cuenta que el sistema de riego humedecía un volumen de suelo superior al ocupado por las raíces. Esto fue necesario para favorecer el desarrollo del sistema radicular, evitando que las raíces se concentraran en un volumen pequeño de suelo, lo que podría acarrear problemas al reducirse la capacidad de absorción de los árboles, así como de anclaje.

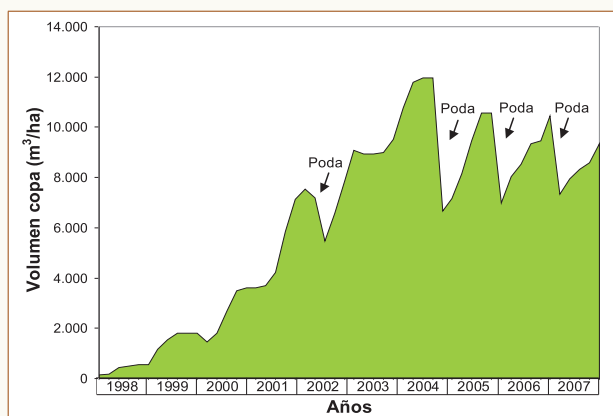


Figura 1: Evolución del volumen de copa en una plantación intensiva de olivar. var. morisca. Finca la Orden 1998-2007

Otro aspecto importante es que al aumentar las densidad de los olivos las necesidades por ha aumentaron, a pesar de ser menores la dosis por olivo en comparación con sistemas tradicionales. Así en el olivar intensivo del que hablamos, a partir de olivos de más de 5 años, la dosis media para satisfacer las necesidades del árbol durante la campaña de riego fue de 60l/olivo/día. También hay que destacar las dosis en el riego deficitario supuso un ahorro de agua de 15l/olivo/día los primeros años y de 32l/olivo/día para años posteriores, con el consiguiente ahorro en temas de poda.

En el Cuadro 2 vemos como evolucionó la producción en los 10 primeros años del olivar intensivo. Los 3 primeros fueron improductivos. A partir del 4.º se empieza a tener cosecha y el año siguiente ya se obtuvo una producción adecuada, de forma que superó los 10.000 kg/ha, con buen rendimiento graso. La cosecha depende en buena medida del tamaño de las copas y como se puede ver en la Figura 1, en los años 4º y 5º se produjo el mayor aumento del volumen de las copas, pero no es hasta el 7º año donde se alcanza el máximo desarrollo y por tanto el techo, tanto de consumo de agua, como de producciones que llegaron alcanzar su máximo con 16.000 kg/ha. También hay que destacar el efecto vecero de esta variedad tras años de mucha carga.

AÑO	Tratamiento Riego	Producción R		Rendimiento graso [%]	Aceite [Kg/ha]
		[Kg/olivo]	[kg/ha]		
2001	Control	4,8	2.013	19,1 b	384 b
	Deficitario	3,5	1.467	19,9 a	292 a
2002	Control	25,2	10.492	23,7 b	2.486 a
	Deficitario	24,8	10.321	25,7 a	2.652 b
2003	Control	----	----	----	--
	Deficitario	----	----	----	--
2004	Control	38,0 a	15.850 a	21,9 b	3.471
	Deficitario	36,6 b	15.263 b	23,0 a	3.510
2005	Control	----	----	----	--
	Deficitario	----	----	----	--
2006	Control	31,1 a	12.975 a	21,0 a	2.725 a
	Deficitario	15,7 b	6.525 b	18,7 b	1.220 b
2007	Control	12,9 b	5.375 b	21,3	1.145 b
	Deficitario	22,7 a	9.471 a	21,6	2.046 a

Cuadro 2: Producción de aceituna y aceite en una plantación intensiva de olivar var morisca. Finca la Orden 1998-2007

En el tratamiento deficitario la producción bajó tan solo entre un 2-4% para ahorros de agua de un 25%, mientras que recortes mayores provocaron diferencias en producción en torno al 50%. Sin embargo, un riego deficitario amortiguó el efecto vecero de esta variedad dando producciones más bajas pero más estables en los años. Con respecto al rendimiento destacar que fue mayor con riegos deficitarios del 75% del control, obteniéndose una producción de kg aceite/ha incluso mayor o igual al tratamiento mejor regado. Para riegos deficitarios del 50% la carga juega un papel importante, así encontramos que para 2006 fue más alto en control con una producción de aceitunas y aceite mayor. Sin embargo en 2007 se mantuvo el rendimiento con una producción de aceitunas y aceite mayor en el riego deficitario.

CONCLUSIONES

Este trabajo es de gran interés por poner a disposición del sector datos reales sobre necesidades hídricas, entrada en producción y productividad en plantaciones intensivas y para las condiciones de cultivo de Extremadura, desde plantación a plena producción.

El olivar llegó a plena producción el 4º año y coincidiendo con una superficie cubierta en torno al 30%, con cosechas en torno a los 10.000 kg/ha. En esos primeros 4 años de cultivo tan solo necesitó 2.800 m³/ha de agua total frente a 3.750 m³/ha de promedio para los años productivos siguientes. Las estrategias de riego deficitario fueron muy interesantes una vez alcanzada la plena producción, sobre todo las un 25% menor, que mantuvieron la producción y aumentaron el rendimiento. Estrategias más deficitarias redujeron la productividad, pero presentaron un buen rendimiento y menos efecto vecero.

Este trabajo se llevó a cabo como parte de los proyectos INIA-CA0098-003, PRI-PRO2B033, INIA-RTA04-046-C3 y cofinanciado por FEDER.

El riego por Goteo en el Cultivo del Tomate de Industria

Carlos Campillo Torres. Dr. Ingeniero Agrónomo

INTRODUCCIÓN

El tomate de industria es uno de los cultivos más importantes de Extremadura ocupando un puesto relevante en la producción total agrícola regional. La superficie dedicada a este cultivo, en su totalidad regadío, en la actualidad se sitúa entorno a 25.000 ha, con un rendimiento medio de 75.000 kg/ha y una producción de más de 1,8 millones de toneladas. La modernización de los regadíos extremeños ha permitido que se pase de producciones medias de 50.000 Kg/ha en 1996 hasta los rendimientos medios de la actualidad, en este incremento ha influido de forma decisiva la transformación de una superficie importante de cultivo que se realizaba mediante riego por gravedad a riego localizado por goteo.

El riego por goteo además de facilitar una aplicación más eficiente del agua de riego permite ejercer un mejor control sobre el volumen de agua aplicado a lo largo de todo el ciclo de cultivo, abriendo una puerta al mejor ajuste de las programaciones de riego (de acuerdo a las necesidades del cultivo a lo largo de todo su ciclo) y al uso de diferentes estrategias de riego.

En estas condiciones el riego es una práctica de cultivo clave para la rentabilidad del mismo ya que tiene una incidencia clara sobre la producción y la calidad de la cosecha. Para elaborar una correcta programación de riego es fundamental conocer cuales son las necesidades del cultivo a lo largo de todo su ciclo y en segundo cuales son los objetivos que se persiguen en cuanto a calidad final del tomate. Los beneficios de una adecuada programación de riegos son:

- Producción y calidad de acuerdo a los objetivos marcados.
- Optimización de los medios de producción (agua, fertilizantes y energía)
- Menos incidencia de enfermedades
- Menor impacto negativo sobre el medioambiente.

OBJETIVO

Conocer las necesidades hídricas de un cultivo de tomate de industria a lo largo de su ciclo de cultivo en las vegas del Guadiana (Extremadura).

METODOLOGÍA



Para determinar las necesidades de agua del tomate de industria a lo largo de su ciclo de cultivo se realizó un ensayo en los años 2004-2006 en una parcela de la finca "La Orden", Extremadura (España) propiedad de la Junta de Extremadura, situada en las Vegas Bajas del Guadiana, (38°53' Norte y 6°50' Oeste) sobre un suelo Franco-Arenoso ligeramente ácido.

La parcela experimental, estaba formada por camas con una anchura aproximada de la meseta de 1,2 m y con una distancia entre los ejes de las mismas de 1,5 m. Para el riego se utilizó una cinta de riego por línea de cultivo con goteros de 1 l/h y 20 cm de distancia entre goteros.

El tomate (variedad Odín) se trasplantó, el 23 de abril en el primer año y el 3 de mayo en el segundo año. Las plantas de tomate se trasplantaron en el centro de la cama de cultivo con una distancia entre planta de 20 cm, con una densidad de 33.333 plantas/ha.

En el ensayo se establecieron 3 dosis de riego, establecidos en relación a la evapotranspiración de cultivo (ETc): un tratamiento en función de las necesidades de cultivo (T100), un tratamiento sobre-regado (T125) y otro infra-regado (T75) ambos en un 25%, respecto a la ETc. Se partió de la hipótesis de que el tratamiento "mejor regado" era aquel en que el riego se ajustaba más a sus necesidades hídricas y tenía el mejor estado hídrico, es decir, el potencial hídrico promedio más alto en ese día de medida. Las correcciones de la programación de riego eran semanales y basadas en la medida de potencial hídrico efectuada en dicha semana: si el tratamiento del T100 no era el mejor regado en el día de medida, se procedía a corregir el valor de Kc de referencia en la semana siguiente, incrementándola o reduciéndola en un 10%, en función de los resultados obtenidos en la medida.

La ETc se calculó diariamente a través de la expresión [1]

$$ETc = ET_0 * Kc [1]$$

siendo ETo la evapotranspiración del cultivo de referencia, empleando los datos obtenidos en una estación meteorológica cercana a la parcela de ensayo y Kc el coeficiente de cultivo para tomate de industria.

RESULTADOS

El primer año el tratamiento más regado obtuvo mayores producciones que los otros tratamientos confirmando que los tratamientos regados con 100% y 75% de la ETc estuvieron sometidos a condiciones de déficit hídrico que fueron limitantes para alcanzar la producción óptima para estas condiciones de cultivo (figura 1). En el segundo año, como consecuencia del reajuste más eficiente de la ETc , las dosis tanto en exceso, como por defecto dieron lugar a pérdidas de cosecha apuntando a T100 (15% mayor que la ETc) como el tratamiento más ajustado a las necesidades reales del cultivo.

A partir de los datos obtenidos en este ensayo podemos determinar cual es la distribución de las necesidades a lo largo del ciclo del tomate, así en la tabla 1

Fase de Cultivo	Días ciclo	% Suelo Cubierto	ETo (mm)	Kc	ETc (mm)	Agua recomendada (mm)
Transplante- Cuajado	45	5- 40 %	270	0.50 [0.4-0.95]	135	160 [25%]
Cuajado-Frutos Rojos	30	40 - 70%	210	1.28 [0.98-1.38]	270	270 [45%]
Frutos Rojos- 50% Frutos Rojos	15	70 - 60%	110	1.26 [1.38-1.24]	135	130 [22%]
50% Frutos Rojos- Recolectión	20	60%	110	0.82 [1.11-0.65]	90	50 [8%]
Total	110		700		630	610 mm

Tabla 1. Valores de Kc durante las diferentes fases del cultivo de tomate de industria

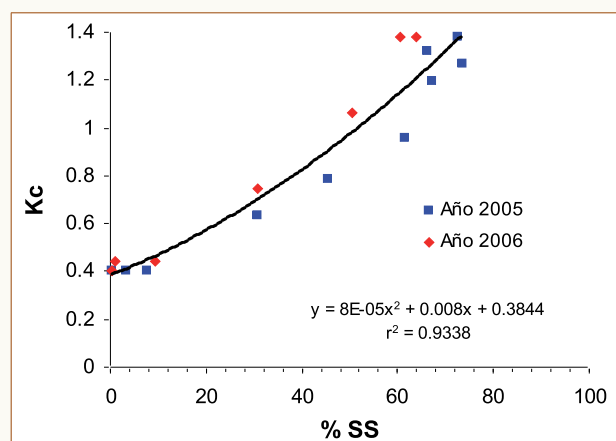


Figura 2. Relación entre el coeficiente de cultivo obtenido (Kc) y el porcentaje de suelo sombreado (%SS), para los años 2005 y 2006 para el tratamiento T100. La recta polinómica, indica el ajuste para los dos años de cultivo juntos.

Los valores de Kc obtenidos en este trabajo varían en función del grado de cobertura de suelo por parte del cultivo a lo largo de su ciclo. Se parte de valores pequeños en el transplante y se incrementan de forma polinómica al avanzar la campaña, situándose en valores máximos cuando el cultivo ha alcanzado al menos el 70% del suelo sombreado, a partir del cual existe un periodo de estabilización de estos valores, hasta inicio

se indican las distintas fases del cultivo de tomate y el agua recomendada en función de la Evapotranspiración de referencia (ETo) registrada durante el año 2006 en la estación meteorológica situada en la finca La Orden y el coeficiente de cultivo (Kc) medio obtenido para cada fase y su intervalo de valor máximo y mínimo.

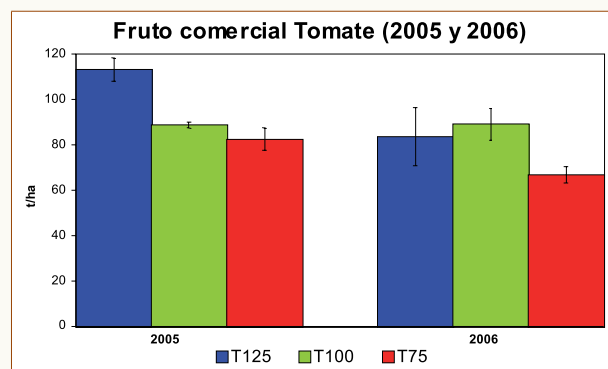


Figura 1. Producción comercial para el cultivo de tomate en los dos años de cultivo 2005 y 2006 para los distintos tratamientos de riego aplicados

de senescencia foliar en el que los valores disminuyen. En la figura 2 se puede observar variación del coeficiente de cultivo en función del suelo cubierto a lo largo del ciclo llegando este a un valor máximo que va a depender del máximo valor de cubierta que tenga se año nuestro cultivo, pudiendo alcanzar su máximo en valores de Kc menores. Así la medida del porcentaje del suelo que cubre el cultivo puede permitirnos disponer de una estimación ajustada del Kc a condiciones reales de la parcela.

CONCLUSIONES

- Los resultados anteriores muestran que los valores de Kc obtenidos son mayores que los establecidos por otros autores para otras zonas de cultivo, siendo de un 10% mayor en la fase de cuajado y de un 20% mayor en la fase de frutos rojos. Los valores de Kc obtenidos pueden variar dependiendo del desarrollo del cultivo máximo alcanzado, del tipo de suelo y de la eficiencia de nuestro sistema de riego.
- Adaptar el cálculo de las necesidades hídricas al desarrollo real del cultivo es importante para hacer una buena programación de riego.

Este trabajo se llevó a cabo como parte del proyecto RTA-04-060-C6 y cofinanciado por FEDER.

Optimización de la Fertilización Nitrogenada en Tomate de Industria

Carlota Daza Delgado. Ingeniero Agrónomo



INTRODUCCIÓN

Para poder abordar de forma correcta la fertilización nitrogenada de un cultivo es fundamental conocer las necesidades reales del mismo y el ritmo de absorción a lo largo del ciclo de cultivo para evitar pérdidas debidas a procesos de lixiviación o volatilización, ya que éstas conllevan contaminación e incremento en los costes de cultivo.

La contaminación por nitratos de las aguas subterráneas es un problema ambiental generalizado que se atribuye, en la mayoría de ocasiones, a las actividades agrarias. En nuestra región y a han sido declaradas como vulnerables a la contaminación por nitratos dos zonas, una en las Vegas Bajas del Guadiana y otra en la zona regable del Zújar, lo que es una llamada de atención que supone la necesidad de revisar las actuales prácticas de cultivo.

Recientemente, el 20 de agosto de 2009, se ha publicado la "ORDEN de 6 de agosto de 2009 por la que se modifica la Orden de 9 de marzo de 2009 en la que se aprueba el programa de actuación aplicable en las zonas vulnerables a contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en Extremadura", en ella se establece que a la hora de calcular la dosis máxima de abono nitrogenado a aportar, hay que tener en cuenta el nitrógeno procedente del agua de riego, el procedente de la mineralización de la materia orgánica y el nitrógeno mineral presente en el suelo. También establece una aportación máxima de 200 UFN/ha para el cultivo del tomate

En este trabajo se pretende mostrar la importancia de considerar la cantidad de nitrógeno presente en el suelo al inicio del cultivo así como los aportes de este elemento del agua de riego, de cara a conseguir una menor contaminación

y un ahorro económico sin por ello perder producción. Se utiliza como referencia una parcela de ensayo situada en las Vegas Bajas del Guadiana, que puede ser considerada como representativa de esta zona.

METODOLOGÍA

Los ensayos se han desarrollado en el Centro de Investigación Agraria "Finca La Orden", en las campañas 2005, 2006, 2007 y 2009, han consistido en un cultivo de tomate de industria con dos tratamientos de fertilización nitrogenada: el considerado como óptimo según los ensayos previos desarrollados en el mencionado Centro ($N_{min} = 219 \text{ UFN/ha}$) y otro disminuyendo éste en un 30% ($N_{min-30} = 153 \text{ UFN/ha}$). Cabe destacar que la dosis N_{min} se refiere al nitrógeno total disponible para la planta y no a las aportaciones de fertilizante nitrogenado.

El diseño estadístico fue en bloques al azar siendo el número de repeticiones tres. La parcela elemental estaba formada por 4 camas de cultivo de 17 m de longitud (102 m^2), con riego por goteo, utilizándose cintas T-Tape con goteros insertados de 1 l/h situados a distancias de 20 cm. Las variedades de tomate utilizadas fueron 'Odín' (en las campañas 04, 05 y 06) y 'H-9661' (en la campaña 09). La densidad utilizada fue de 33.333 plantas/ha, con una línea de plantas por cama.

Al inicio del cultivo se tomaron muestras de suelo, para determinar las características químicas del suelo, resultando un suelo de textura franca, pH neutro en torno a 7, porcentaje de materia orgánica del 0,9%, contenido normal en fósforo, muy bajo en potasio, bajo en calcio y normal en magnesio. En estos muestreos, se determinó también el N_{min} eral disponible para la planta en los primeros 60 cm al inicio del cultivo (determinación de nitratos y amonios) dato fundamental para el cálculo del abono químico a aportar; así, el promedio de nitrógeno en suelo disponible para la planta se cifró en 23.49 kgN/ha en las parcelas de N_{min-30} y 21.87 kgN/ha.

El agua de riego procedía de un pozo existente en la finca y se tuvo en cuenta el nitrógeno presente en la misma como parte del suministro de nitrógeno para el cultivo. Las aportaciones medias fueron de 17 kgN/ha. En todas las campañas el abono químico se aportó en forma de tres soluciones que contenían el 20% de N, el 20% de P_2O_5 y el 15% de K_2O , respectivamente, mediante fertirrigación.

La recolección se realizó sobre la zona central de cada parcela elemental tomando 20 metros lineales ($30m^2$) cuando se alcanzó un 85% de fruto rojo. Para medir los parámetros de calidad se tomaron dos muestras de fruto rojo por parcela se trituraron y tamizaron para la obtención del zumo. Sobre este zumo se determinaron los parámetros de calidad: rendimiento en zumo, color con un colorímetro Gardner, pH con un pH-metro, y sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) con un refractómetro.

A los resultados obtenidos se les realizó un análisis estadístico de la varianza y un test de comparación de medias mediante el programa estadístico SPSS.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la tabla nº 1 se muestran las cantidades de nitrógeno que tuvo a su disposición el cultivo (media de las cuatro campañas); para el tratamiento Nmin fue de 219 kg/ha y para el Nmin-30 153 kg/ha. De estas cantidades, 166 kg/ha en el tratamiento Nmin y 98 kg/ha se aportaron mediante fertilización mientras que 54 kg/ha en el caso del tratamiento Nmin y 56 kg/ha en el tratamiento Nmin-30 fueron aportadas mediante el agua de riego, la mineralización de la materia orgánica y la cantidad de N presente en el suelo al inicio del cultivo.

La concentración de N en el agua de riego, en el pozo del que se han regado estos ensayos, se ha cifrado en un promedio de 6.95 mgN/l, con un máximo de 10.51 mg/l; la consideración de este N a la hora de determinar el N mineral a aportar para satisfacer las necesidades del cultivo ha supuesto un ahorro del 11% en el caso del tratamiento Nmin-30 y un 8% en el caso del tratamiento Nmin. Teniendo en cuenta que los valores obtenidos han estado muy por debajo de los valores establecidos en la legislación de zonas vulnerables como peligrosos (25 y 50 mg/l), podemos decir que, si bien en todas las zonas de cultivo es importante tener en cuenta esta fuente de N, en las zonas vulnerables es aún más interesante tanto económicamente como de cara a evitar la contaminación de los acuíferos.

Los valores de N presentes en el suelo al inicio del han supuesto un 15% y un 10% de la cantidad de fertilizante propuesta en los tratamientos Nmin y Nmin-30, respectivamente.

Teniendo en cuenta estos dos factores y la tasa de mineralización de la materia orgánica, que en nuestra zona se cifra en 15 kgN/ha, se han reducido las aportaciones de N en un 25% de en el tratamiento Nmin y del 36% en el tratamiento Nmin-30.

	Nmin		Nmin-30	
	Cantidad [kg/ha]	%	Cantidad [kg/ha]	%
N Objetivo	219.00	100	153.00	100
N Suelo	21.87	10	23.49	15
N agua riego	17.04	8	17.04	11
N M. Orgánica	15.00	7	15.00	10
N a aportar	165.09	75	97.47	64

Tabla 1. Cuantificación de la cantidad de nitrógeno aportada por las distintas fuentes en los 2 tratamientos de ensayo.

En cuanto a producción, no se han observado diferencias entre los dos tratamientos ensayados, ni año a año ni con los datos promedio de las 4 campañas estudiadas; así podemos decir que con una reducción del 30% de la dosis establecida como óptima no se aprecian pérdidas en producción (Figura 1), lo que da un rango de confianza para realizar fertilizaciones nitrogenadas más ajustadas a las necesidades sin pérdidas de cosecha.

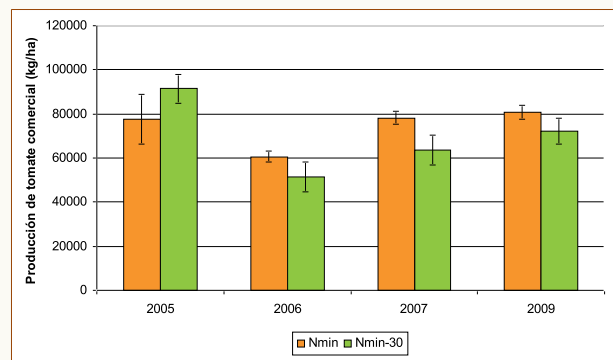


Figura 1. Producción media de los dos tratamientos de tomate de industria en las 4 campañas de ensayo.

Este trabajo se llevó a cabo como parte de los proyectos RTA-04-060-C6 y PRI-08A069 cofinanciados por FEDER

Proyectos relacionados con el riego y la nutrición en cultivos hortofrutícolas realizados en el Centro de Investigación Finca La Orden-Valdealsequera en los últimos 5 años

TÍTULO: Desarrollo de un sistema de recomendación de riego y abonado nitrogenado para la reducción del impacto ambiental de las rotaciones hortícolas.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2005-2007

PROYECTO COORDINADO: CIDA de la rioja, ITGA de Navarra, CIFA de Granada, ETSIAM de Córdoba, IVIA Valencia

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Hénar [Coordinadora del subproyecto]; González García, José Ángel; Moñino Espino, María José; Daza Delgado, Carlota; Vivas Cacho, Antonio; Campillo Torres, Carlos

TÍTULO: El uso eficiente del nitrógeno en las rotaciones hortícolas.

FINANCIACIÓN: PRI + FEDER

DURACIÓN: 2008-2010

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Daza Delgado, Carlota [Coordinadora del proyecto]; Campillo Torres, Carlos; Bautista Toscano, Juan.

TÍTULO: Programaciones de riego en olivar de cobertura incompleta basadas en medidas de relaciones hídricas

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2004-2007

PROYECTO COORDINADO: Junta de comunidades de Castilla-La Mancha, Universidad de Córdoba.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Hénar [Coordinadora del subproyecto]; Pérez Rodríguez, Juan Manuel; Martín Vertedor, Ana Isabel; Ruiz Afán, Inés María; Moñino Espino, María José; Vivas Cacho, Antonio.

TÍTULO: Estrategias de riego deficitario para el control del vigor en plantaciones de olivar en seto en Extremadura y su efecto sobre la producción y la calidad del aceite.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2008-2011

PROYECTO COORDINADO: INTAEX; IFAPA de Andalucía; Universidad de Extremadura; Universidad de Sevilla.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Hénar [Coordinadora del subproyecto]; Pérez Rodríguez, Juan Manuel; González García, José Ángel; Puebla Arias, Manuel; Moñino Espino, María José; Ruiz Afán, Inés María

TÍTULO: Mejora del sistema de producción vitícola. Uso eficiente del riego y otras prácticas de cultivo.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2008-2011

PROYECTO COORDINADO: INTAEX; IVIA de Valencia; IMIDA de Murcia.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Hénar [Coordinadora]; Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luis Alberto

TÍTULO: Riego deficitario para vinos y uva de calidad.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2005-2008

PROYECTO COORDINADO: INTAEX; IVIA de Valencia; ITAP de Albacete; IRTA de Lleida; ICIA de Canarias; CITA de Aragón.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Hénar [Coordinadora del subproyecto]; Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luis Alberto

TÍTULO: Establecimiento de indicadores agronómicos y enológicos para una vendimia orientada a la elaboración de vinos tintos de calidad en Extremadura.

FINANCIACIÓN: PRI + EMPRESA + FEDER

DURACIÓN: 2006-2008

PARTICIPACIÓN EMPRESARIAL: Bodegas Otero Vaquera; Bodegas Juan Leandro Romero; Bodegas García de la Peña, S.L.; Isidoro Martín Mangas; Encarnación Cruz-Guzmán López.

PROYECTO COORDINADO: Santa Ana

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Hénar [Coordinadora del subproyecto]; Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luis Alberto.

TÍTULO: Transferencia de un paquete tecnológico a Bodegas Antonio Medina e Hijos S.A para innovar el cultivo del viñedo.

FINANCIACIÓN: PRI + EMPRESA + FEDER

DURACIÓN: 2010-2011

PARTICIPACIÓN EMPRESARIAL: Bodegas Antonio Medina e Hijos S.A

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: González Toscano, Juan Bautista (Coordinador del proyecto); Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez Luis Alberto, Benítez Guerrero, Antonio; Picón Toro, Julia; Membrillo Moreno, Julián; Moreno Cruz, Víctor.

TÍTULO: Empleo de estrategias de riego deficitario controlado (RDC) en ciruelo japonés. Red de Investigación Transfronteriza de Extremadura, Centro y Alentejo (RITECA).

FINANCIACIÓN: JUNTA DE EXTREMADURA + FEDER

DURACIÓN: 2009-2010

PROYECTO COORDINADO: RECET de Portugal; Universidad de Évora, Instituto Politécnico de Beja, Instituto Politécnico de Portalegre, Instituto Nacional de Recursos Biológicos, Associação de Desenvolvimento Regional do Instituto Politécnico de Portalegre, Centro Operativo de Tecnología de Regadío.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: María José Moñino Espino (Coordinadora), Ana Isabel Martín Vertedor, Antonio Vivas Cacho, Víctor Moreno Rendón; José Carlos Rama Vázquez

TÍTULO: Transferencia de tecnología para programación de riego y fertilización en frutales de hueso a la sociedad cooperativa CAVAL.

FINANCIACIÓN: JUNTA DE EXTREMADURA + EMPRESA + FEDER

DURACIÓN: 2007-2009

PARTICIPACIÓN EMPRESARIAL: Sociedad Cooperativa Frutos CAVAL

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Henar (Coordinadora); Pérez Rodríguez, Juan Manuel; Campillo Torres, Carlos; Lara Carrasco, Encarnación; Moñino Espino, María José; Vivas Cacho, Antonio; Gutiérrez Perera, Jesús María.

TÍTULO: Optimización del uso de agua y fertilizantes en plantaciones frutales bajo sistemas de producción ecológica

FINANCIACIÓN: JUNTA DE EXTREMADURA + EMPRESA + FEDER

DURACIÓN: 2007-2009

PARTICIPACIÓN EMPRESARIAL: SAT BIOSPHERA SECCIÓN FRUTALES

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Moñino Espino, María José (Coordinadora); Prieto Losada, María del Henar; Vivas Cacho, Antonio; González García, Valme, Moreno Rendón, Víctor.

TÍTULO: Estrategias de riego en peral en las Vegas Bajas del Guadiana

FINANCIACIÓN: JUNTA DE EXTREMADURA + FEDER

DURACIÓN: 2003-2009

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Moñino Espino, María José (Coordinadora); Prieto Losada, María del Henar; Vivas Cacho, Antonio.

TÍTULO: Caracterización del estado nutricional del ciruelo japonés y melocotonero en las Vegas del Guadiana, dentro del marco de la producción integrada en Extremadura. Elaboración de propuestas y planes de abonado.

FINANCIACIÓN: JUNTA DE EXTREMADURA + FEDER

DURACIÓN: 2006-2007

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: González García, Valme (Coordinadora); Prieto Losada, María del Henar; Vivas Cacho, Antonio.

TÍTULO: Uso de modelos de simulación de cultivos, para el establecimiento de protocolos de riego en déficit y adopción de programas de riego deficitario controlado en cultivos leñosos RDC.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

PROYECTO COORDINADO: IRTA Junta de Extremadura

DURACIÓN: 2010-2012

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Henar (Coordinadora subproyecto), Moñino Espino, María José; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luis Alberto; Martín Vetebon, Ana; Uriarte Hernández, David; Rodríguez Fernando.

GRUPO RELACIONES HÍDRICAS Y NUTRICIÓN EN CULTIVOS HORTÍCOLAS Y LEÑOSOS.

LÍNEAS DE TRABAJO

- Ecofisiología de cultivos
- Relaciones Hídricas
- Programación y estrategias de riego
- Nutrición cultivos
- Detección precoz de deficiencias nutricionales

OFERTA TECNOLÓGICA

- Asesoramiento en el ajuste de programaciones de riego para diferentes cultivos de la zona
- Mejoras en técnicas de cultivo en horticultura
- Optimización de insumos
- Empleo de estrategias de riego deficitario controlado, reduciendo consumos hídricos y manteniendo o mejorando los resultados productivos de las plantaciones
- Poner a disposición del sector tecnología para seguimiento del estado hídrico de los cultivos y la posibilidad de realizar las correcciones en función de las líneas bases de potencial hídrico-déficit de presión de vapor
- Asesoramiento en técnicas de análisis foliar, programaciones de abonado y detección precoz de deficiencias nutricionales