

RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO EN CÍTRICOS



1. Introducción

2. ¿Qué es el riego deficitario controlado?

3. Periodos fenológicos críticos

4. Descripción del ensayo

5. Efectos del Riego Deficitario en la producción

6. Efectos del Riego Deficitario en la calidad

7. Conclusiones



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE

Recomendaciones para la gestión sostenible del riego deficitario controlado en cítricos./ [García-Tejero, I.F., Durán-Zuazo, Muriel, J.L.]. - Centro IFAPA “Las Torres-Tomejil”. Alcalá del Río (Sevilla). Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2012. 1-12 p. Formato digital (e-book) - (Producción Ecológica y Recursos Naturales)

Cítricos - Riego deficitario controlado - Producción - Calidad

ivanf.garcia@juntadeandalucia.es



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

Agradecimientos:

El autor I.F. García-Tejero disfruta en la actualidad de un contrato cofinanciado al 80% por el Programa Operativo Fondo Social europeo 2007-2013.

Esta actividad está enmarcada en el desarrollo del Proyecto POCTEFEX 'Campus EAGUA'



INTRODUCCIÓN

1.- Introducción

El cultivo de cítricos es, después del olivar, el cultivo leñoso más importante de Andalucía, ocupando en la actualidad más de 74.000 ha y representando aproximadamente el 30% de la producción nacional, previéndose que para el año 2015 la producción citrícola nacional alcance los 7,7 millones de toneladas, centrándose un 30% de ésta en Andalucía.

Como cualquier otro cultivo de regadío, el agua supone el recurso natural más limitante, existiendo además una demanda cada vez mayor sobre los recursos hídricos disponibles. Unido a ello, hay que tener en cuenta los condicionantes climáticos específicos de nuestra Comunidad, con unas precipitaciones escasas e irregulares y unas elevadas tasas de evapotranspiración durante los meses de mayor escasez pluviométrica. Todo ello exige una gestión cada vez más ordenada de las reservas hídricas, sin comprometer la viabilidad de las explotaciones agrarias y manteniendo un equilibrio con el entorno natural que nos rodea.

El Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), consciente de esta dificultad y haciéndose eco de las demandas del sector, ha desarrollado en los últimos años numerosos ensayos experimentales destinados al estudio de diferentes estrategias de riego encaminadas a una gestión más sostenible de los recursos hídricos.

Entre las prácticas ensayadas, el Riego Deficitario Controlado supone una de las estrategias más recomendables en situaciones de escasez de recursos, pues permite mantener de forma sostenible la viabilidad de las explotaciones citrícolas en el marco de un aprovechamiento más racional de los recursos hídricos disponibles.

Este trabajo pretende difundir y exponer los resultados más relevantes obtenidos durante más de 5 años de experimentación, definiendo una serie de estrategias y recomendaciones prácticas para los agricultores, que sin duda pueden servir de gran ayuda en situaciones donde la disponibilidad de recursos esté por debajo de la demanda del cultivo.

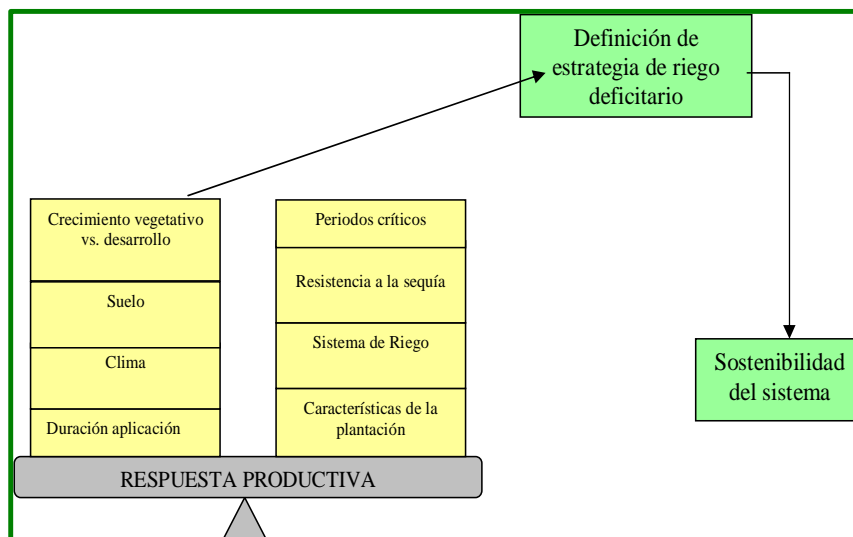
¿QUÉ ES EL RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO?

2.- ¿Qué es el riego deficitario controlado?

El Riego Deficitario Controlado consiste en la aplicación de dosis de riego por debajo de las requeridas por el cultivo, de forma controlada y teniendo muy en cuenta los principales periodos fenológicos del cultivo en cuestión.

La aplicación de este tipo de estrategias ha sido ampliamente desarrollada por numerosos grupos de investigación, demostrándose que no solamente suponen una alternativa a la gestión de caudales limitados de agua sino que, en determinadas condiciones, se pueden conseguir mejoras sustanciales en algunas propiedades morfológicas y organolépticas de los frutos, incrementando el valor añadido de los mismos.

A la hora de diseñar una estrategia de riego deficitario es importante considerar una serie de factores que sin duda van a determinar la respuesta productiva del cultivo (Fig. 1). Entre ellos podemos destacar los periodos fenológicos de la plantación, las características edafoclimáticas de la misma, la capacidad del cultivo para adaptarse a condiciones de estrés hídrico, la duración de éste, el sistema de riego o los condicionantes propios de la plantación en cuestión.



Una vez que se hayan analizado los elementos más determinantes en la respuesta productiva del cultivo podremos definir la estrategia de riego deficitario más adecuada, orientada siempre en la búsqueda de una mayor sostenibilidad del sistema suelo-planta-atmósfera.

PERIODOS FENOLÓGICOS CRÍTICOS

3.- Periodos fenológicos críticos

Una cuestión fundamental y que va a determinar en gran medida el éxito de nuestra estrategia de riego es, sin lugar a dudas, la definición del nivel de estrés hídrico aplicado según el periodo fenológico del cultivo. En el caso de los cítricos, podemos definir tres periodos fundamentales:

- **FLORACIÓN Y CUAJADO**, que determinará el número de frutos viables que darán lugar a la producción final. Este periodo es muy variable y depende en gran medida de la variedad con la que trabajemos, aunque generalmente comprende los meses de primavera y principios del verano. Un estrés hídrico severo durante el periodo de floración y cuajado se verá reflejado en un descenso en el número de frutos, bien por un déficit en la floración, bien por un exceso de tirada de frutos en el momento del cuajado.
- **CRECIMIENTO**, en donde el fruto ha de adquirir el calibre máximo y óptimo para ser comercializado. Por lo general, esta fase se prolonga desde el mes de julio hasta finales de septiembre, aunque en variedades tardías puede prolongarse hasta diciembre. Un recorte de agua durante el periodo de crecimiento se verá reflejado principalmente en el tamaño de los frutos, provocado por una menor tasa de división celular durante la primera fase de crecimiento del fruto, y también por un menor crecimiento celular en la segunda fase de crecimiento del fruto.
- **MADURACIÓN**. Una vez se haya alcanzado el tamaño final, el fruto sufre una serie de cambios químicos que van destinados al incremento del contenido en azúcares, el cambio de color y el aumento del índice de madurez. Todo cambio que pueda ocurrir durante este periodo repercutirá directamente en las propiedades organolépticas del fruto, tanto en el contenido de azúcares, como en la acidez del zumo, el índice de madurez o el color del fruto.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

4.- Descripción del ensayo

El ensayo se realizó entre los años 2005-2010, en una finca comercial de naranjos (*Citrus sinensis* L. Osb.) variedad navelina, de 10 años de edad, injertada en patrón Citranje Carrizo (*Citrus sinensis* L. Osb. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.) en el término municipal de Palma del Río (Córdoba), en plena vega del Guadalquivir (Fig. 2). El marco de plantación es de 6x5 m, con riego localizado mediante dos líneas de goteros por fila de árboles, y con un número variable de emisores por árbol (entre 8 y 10) y caudal variable, según el tratamiento establecido.

El suelo de la plantación, típicamente de vega, cuenta con textura franco limosa, y unos contenidos en arenas, limos y arcillas del 35, 40, y 25% respectivamente. La profundidad efectiva del suelo es de 1,5 m, situándose el horizonte radicular en los primeros 0,6 m.

La climatología de la zona es típicamente mediterránea, con unas precipitaciones anuales medias de 475 mm, distribuidas principalmente entre los meses de noviembre a mayo, y unas temperaturas medias cercanas a los 35 °C en los meses de verano, y 10 °C en invierno



Figura 2. Localización del ensayo experimental

La altura de los árboles es de 3 m de media, con un diámetro de copa de 4 m de diámetro, con un grado de cobertura superior al 40% de área sombreada. Éstos se encuentran dispuestos sobre caballones de 0,3 m de altura, con una orientación espacial NO-SE.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

4.- Descripción del ensayo

El diseño experimental fue de bloques al azar, con cinco repeticiones por tratamiento y doce árboles por repetición (Fig. 3). Estos tratamientos se establecieron en función de diferentes niveles de estrés, definidos a través de la relación entre el volumen de agua aplicado en cada tratamiento y el valor de la evapotranspiración del cultivo (ET_c), teniendo en cuenta la etapa fenológica del cultivo, según se recoge en la Tabla 1.



Figura 3. Vista general de la zona de ensayo

Tabla 1. Descripción de los tratamientos de riego. RDC (Riego deficitario controlado); C-100 (Control).

Tratamientos	Floración	Crecimiento Fruto	Maduración
RDC-1	55% ET _c	70% ET _c	55% ET _c
RDC-2	55% ET _c	70% ET _c	70% ET _c
RDC-3	55% ET _c	55% ET _c	70% ET _c
RDC-4	70% ET _c	70% ET _c	55% ET _c
C-100	100% ET _c	100% ET _c	100% ET _c

Al final de cada año se controló individualmente la producción de cada uno de los árboles muestreados, así como el peso unitario de los frutos y el número de frutos por árbol.

En cuanto a los parámetros de calidad del zumo, se midió el contenido en azúcares, la acidez del mismo, el índice de madurez, el tamaño y color externo. También se valoró la productividad del agua de riego.

RESULTADOS DEL RIEGO DEFICITARIO EN LA PRODUCCIÓN

5.- Efectos en la producción (Datos medios 2005-2010)

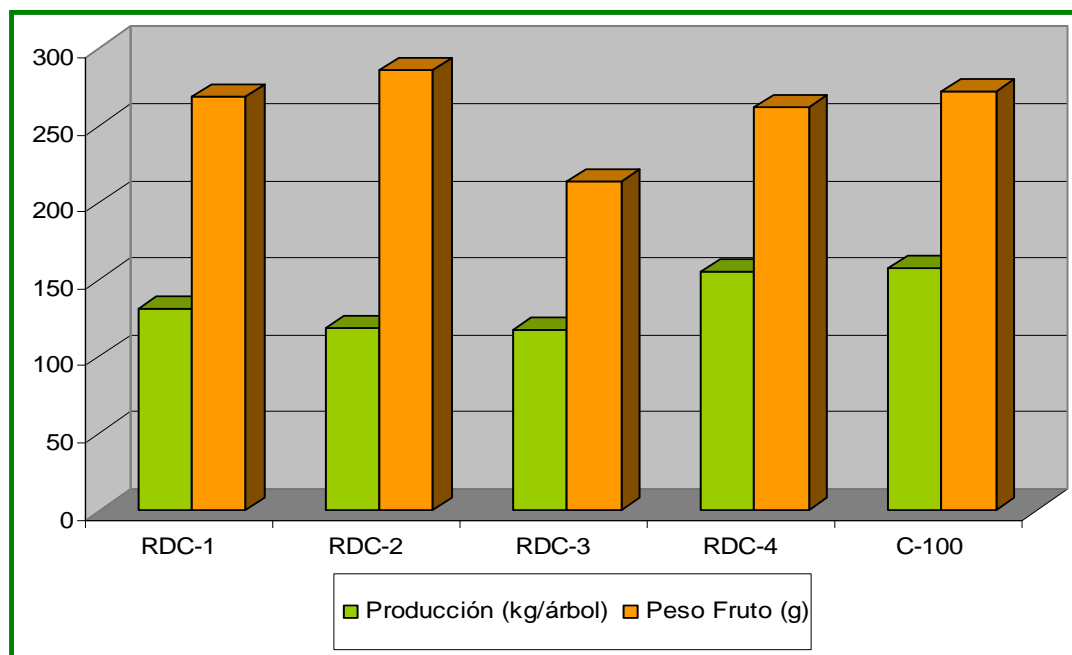


Figura 4. Efectos del RD en la producción (kg/árbol) y en el peso del fruto (g)

Restricciones severas en floración y crecimiento del fruto provocaron efectos negativos en producción (RDC-3), mientras que las restricciones severas durante la maduración (RDC-4) no provocaron efectos en la producción total ni en el tamaño de los frutos (Fig.4).

A su vez, aquellos tratamientos que recibieron dotaciones hídricas cercanas al 50% de la ETc durante el periodo de floración, pero que posteriormente tuvieron aportes superiores (70% ETc) en el periodo de crecimiento del fruto, ofrecieron en el momento de la cosecha frutos de mayor peso (Fig. 4). En este sentido, estas estrategias permitieron mejorar el calibre de los frutos, siendo este parámetro de gran importancia a la hora de otorgarle a la producción un mayor valor añadido.

RESULTADOS DEL RIEGO DEFICITARIO EN LA PRODUCCIÓN

5.- Efectos en la producción (Datos medios 2005-2010)

La productividad del agua (Fig. 5) se vio influida tanto por la cantidad de agua aplicada (Fig. 6) como por la estrategia seguida en cada tratamiento. Así, los tratamientos RDC-1, RDC-2 y RDC-4, con consumos hídricos similares y unos ahorros cercanos al 33%, obtuvieron valores productivos significativamente distintos, siendo este último tratamiento el más eficiente en cuanto al uso del agua, con una merma productiva de tan solo un 4%.

En cuanto al tratamiento RDC-3, mostró valores en la productividad del agua de riego superiores también al tratamiento de control, provocado principalmente por el importante ahorro registrado en este tratamiento (43%). Sin embargo, éstos ahorros, unido a la poca eficiencia de la estrategia de riego seguida, provocaron que los valores de producción del mismo fueran significativamente bajos (Ver Figura 4).

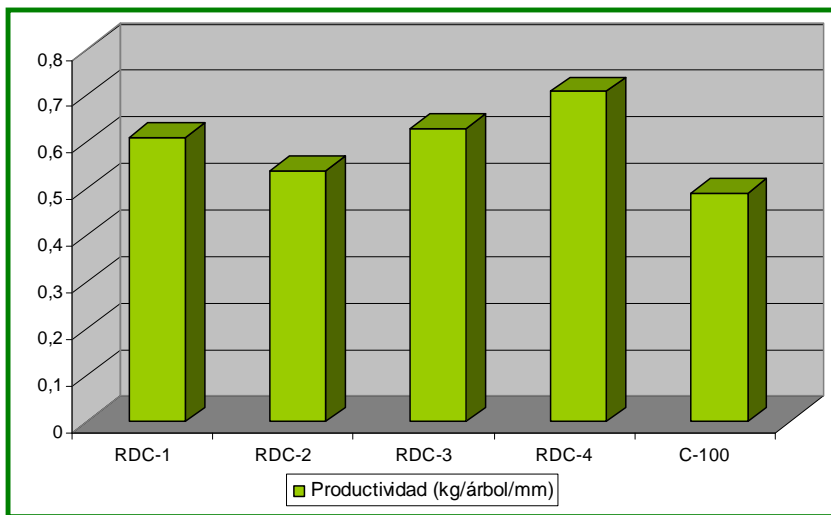


Figura 5. Efectos del RD en la productividad del agua (kg/árbol/mm)

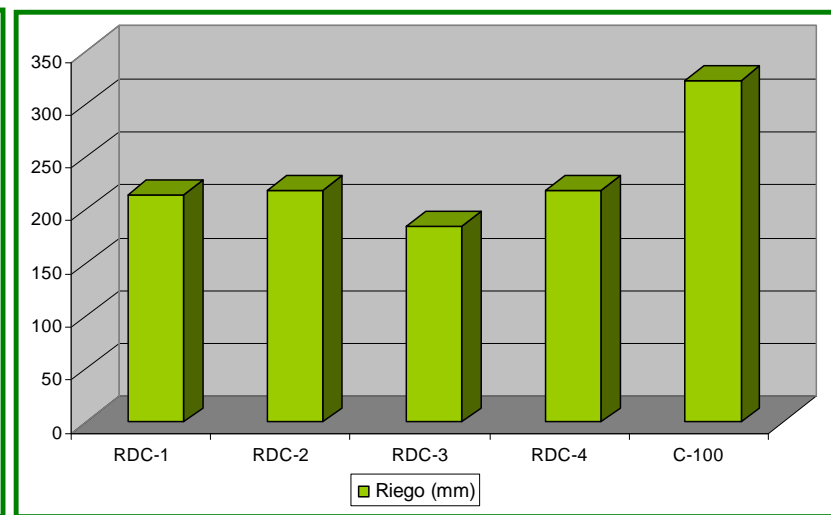


Figura 6. Dotaciones hídricas (mm) en cada tratamiento ensayado

EFFECTOS DEL RIEGO DEFICITARIO EN LA CALIDAD

5.- Efectos en la calidad (Datos medios 2005-2010)

En cuanto a los datos de calidad (Tabla 2), los principales indicadores analizados fueron el contenido en azúcares (SST- Sólidos Solubles Totales), la acidez, el índice de madurez (IM) y el tamaño de fruto (DE - diámetro ecuatorial).

En general, todos los tratamientos ensayados mostraron variaciones en los parámetros de calidad con respecto al tratamiento control, aunque éstas estuvieron determinadas por la estrategia de riego y la cantidad de agua aportada en cada uno de los tratamientos. En este sentido, los resultados obtenidos pueden resumirse de la siguiente forma:

- Niveles de estrés elevados durante el periodo de crecimiento (RDC-3) repercuten negativamente en el calibre de los frutos, además de provocar descensos en el índice de madurez.
- Niveles de estrés moderados o severos durante el periodo de madurez (RDC-1 y RDC-4) se traducen en incrementos sustanciales en el contenido en azúcares y la acidez del zumo, sin afectar al diámetro de los frutos.
- Niveles de estrés elevados durante el periodo de floración, seguidos de una recuperación parcial durante los periodos de crecimiento y madurez (RDC-2) pueden provocar descensos en el número de frutos por árbol aunque con calibres sustancialmente mayores, incluso a los obtenidos en el tratamiento control.

Tratamientos	SST (°Brix)	Acidez (g/L)	IM (SST/Acidez)	DE (mm)
RDC-1	14,1	1,3	10,9	75,8
RDC-2	13,9	1,2	11,6	78,5
RDC-3	15,6	1,5	10,4	73,1
RDC-4	14,3	1,3	11	76,1
C-100	12,1	1,1	11	78,2

Además, el tratamiento RDC-2 mostró un mayor índice de madurez que el resto, lo que evidencia la ventaja de aplicar un estrés moderado durante la maduración, consiguiéndose mayores contenidos en azúcares y acidez del fruto sin perjudicar el equilibrio entre ambos parámetros.

Tabla 2. Efectos del RD en los principales parámetros de calidad

CONCLUSIONES

6.- Conclusiones

→La respuesta agronómica del cultivo de cítricos al riego deficitario va a depender fundamentalmente de las dotaciones hídricas disponibles y la estrategia de reparto de las mismas. En este sentido, las dotaciones hídricas realizadas durante los periodos de crecimiento de fruto y floración van a determinar decididamente la producción final.

→Teniendo en cuenta que, tratamientos que recibieron cantidades similares de agua (RDC-1, RDC-2 y RDC-4) respondieron de forma diferente a nivel de producción y calidad de la misma, podemos afirmar que, la distribución temporal del estrés hídrico va a ser tan determinante como la cantidad total de agua aportada.

→Siempre que nos sea posible, evitaremos recortes de agua superiores al 30% durante el periodo de crecimiento del fruto, que coincide con los meses de mayor demanda evapotranspirativa. Evitaremos de esta forma una pérdida excesiva de calibre y volumen de zumo, y por lo tanto del valor comercial de la cosecha.

→Recortes de agua del 30% durante el periodo de floración, especialmente en años con registros pluviométricos óptimos durante la primavera, no van a suponer una pérdida considerable en el número de frutos por árbol. Sin embargo, restricciones en torno al 45% podrían afectar a la producción final con una disminución en el número de frutos. Sin embargo, esta estrategia puede paliarse en gran medida si durante el periodo de crecimiento se realizan aportes de agua en torno al 100% de la demanda del cultivo. En este caso, podríamos obtener un menor número de frutos pero con mayores calibre y por ende, una mejora en el valor comercial de los mismos.

→Siempre que se pueda, incluso en campañas con dotaciones hídricas generosas, es conveniente realizar pequeños ciclos de estrés durante el periodo de maduración. Nos ayudarán a mejorar los contenidos de azúcares y a aumentar el índice de madurez, sin afectar ni al calibre de los frutos, ni al contenido de zumo de éstos.

GESTIÓN SOSTENIBLE DEL RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Edificio BLUENET. Avda. Isaac Newton nº 3 Planta 2ª
Parque Científico y Tecnológico Cartuja `93
41092 Sevilla (Sevilla) España
Teléfonos: 954 994 593 / 954 994 666 Fax: 954 994 664
e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa



www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE