



MANUAL PRÁCTICO DE RIEGO CIRUELO JAPONÉS





Autores: María José Moñino Espino*, Alberto Samperio Sainz-Aja,
Antonio Vivas Cacho, Fernando Blanco Cipollone, María del Henar Prieto Losada.
mariajose.monino@gobex.es

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. CICYTEX.
Instituto de Investigación Agraria Finca "La Orden-Valdesequera"
Departamento de Hortofruticultura. Grupo de riego y nutrición.
riegoynutricion@gobex.es



PROGRAMA
COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA
ESPAÑA ~ PORTUGAL
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA
2 0 0 7 - 2 0 1 3



Unión Europea
FEDER
Invertimos en su futuro



RITECA
Red de Investigación Transfronteriza
Extremadura - Centro - Alentejo
Rede de Investigaçao Transfronteiriça



GOBIERNO DE EXTREMADURA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVARES EN FUNCIÓN DEL CICLO DE CULTIVO	5
3. NECESIDADES HÍDRICAS.....	6
4. ESTRATEGIAS DE RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO	7
5. INDICADORES DE ESTADO HÍDRICO / VALORES UMBRAL	8
6. PROGRAMACIÓN DE RIEGO. CASO PRÁCTICO	9
6.1. CASO PRÁCTICO DE LAS NECESIDADES TOTALES DE RIEGO DEL CIRUELO JAPONÉS EN EXTREMADURA.....	10
6.1. CASO PRÁCTICO UTILIZANDO ESTRATEGIAS DE RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO EN CIRUELO JAPONÉS EN EXTREMADURA.....	13
7. RESUMEN	15

1.- INTRODUCCIÓN

El ciruelo es un frutal de hueso que pertenece al género *Prunus*. Con este mismo nombre se conocen dos especies con características diferentes: ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.) y ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) este último con menores requerimientos de frío (entre 500-800 horas-frío) así como, mejor adaptación a zonas áridas y semiáridas.

El ciruelo japonés está perfectamente adaptado a las condiciones agroclimáticas de Extremadura (España) y las variedades que se cultivan cuentan con una gran aceptación comercial. España con una producción media estimada en los tres últimos años (2011-2013) de 204.433 t (Avances MAGRAMA, 2013) se sitúa dentro de los 10 primeros países productores de ciruela en el mundo (Faostat, 2013). La región extremeña, con más de 4.000 ha de superficie en producción, toda ella en regadío, es el primer productor nacional (MAGRAMA, 2010).

Se trata de árboles muy vigorosos, sobre todo cuando son jóvenes, conducidos para tener forma en vaso abierto con 4 ó 5 ramas principales, lo que obliga a intervenciones de poda en verde para evitar sombreadamiento de ramas y frutos, que dificulten la penetración de la luz y el aire, que inciden directamente sobre la producción y calidad final del fruto.

El fruto del ciruelo japonés es esférico, con una capa externa cerosa (pruina) y un endocarpo lignificado aplastado (hueso). Existe una amplia gama de variedades diferenciándose por el color de la piel y la pulpa de los frutos, el contenido en azúcares y la firmeza, así como por la fecha de maduración comercial. Se utilizan patrones que confieren buena adaptación a diferentes tipos de suelo, y es fundamental en el diseño de la plantación incluir los polinizadores adecuados para asegurar el éxito de la misma.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVARES EN FUNCIÓN DEL CICLO DE CULTIVO

Desde el punto de vista de gestión del agua de riego, el ciclo del cultivar es importante y a efectos prácticos los podemos agrupar en ciclos tempranos y medios-tardíos. En todos los casos el crecimiento de los frutos en el árbol coincide con el crecimiento activo de la vegetación.

El primer grupo incluye cultivares que en Extremadura se recogen desde principios de junio (como Red Beaut) a mediados de julio (como Black Diamond). Esto supone que el periodo comprendido desde cuajado a recolección dura entre 45-90 días, con un crecimiento rápido y continuo de los frutos (Figura 1). El periodo poscosecha, desde la recolección hasta la caída de hojas es largo, de entre 100-150 días.

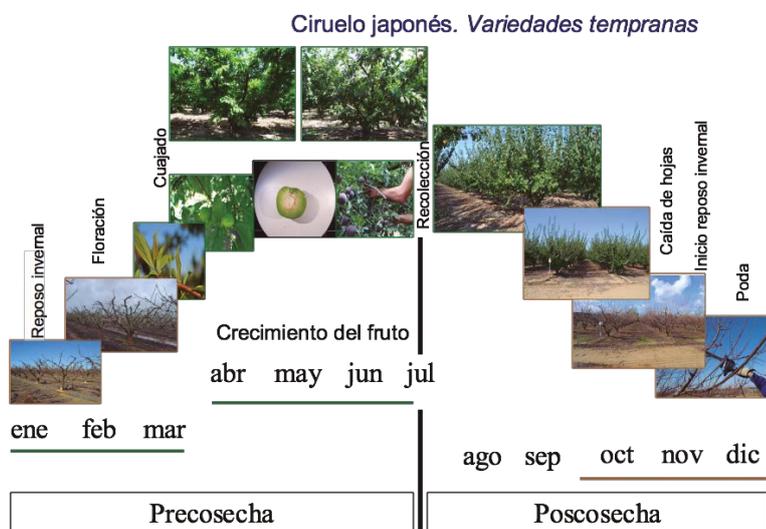


Figura 1. Evolución anual del crecimiento vegetativo y reproductivo de variedades tempranas de ciruelo japonés.

El tipo medio-tardío (Figura 2) incluye cultivares que se recogen en Extremadura desde mediados de julio hasta mediados de septiembre, con ejemplos tan conocidos como Larry Ann y sobre todo Angeleno. En este caso el fruto permanece en el árbol más de 150 días, y el periodo poscosecha, en el que el árbol todavía vegeta antes de la senescencia de las hojas, queda reducido a 45-60 días.

En cultivares medios-tardíos, al igual que en otros frutales de hueso como el melocotonero, se pueden distinguir tres fases más o menos diferenciadas en el crecimiento del fruto: fase I, de unos 30 días de duración (variable con el año), tiene lugar tras

el cuajado y es una fase importante en el crecimiento del fruto, que va a determinar el tamaño potencial del mismo. Se trata de un periodo muy sensible a la falta de agua, ya que un déficit en este periodo puede provocar una pérdida de calibre en recolección. La fase II abarca aproximadamente 30-40 días; en ella se produce el endurecimiento del hueso, y en algunas variedades se observa que el fruto crece en diámetro más lentamente que en las fases inicial y final. Es el periodo en el que el fruto es menos sensible a la falta de agua. El resto hasta cosecha es la fase III, que se inicia con un incremento en el crecimiento del fruto y llega hasta la recolección. En esta fase es fundamental garantizar que el árbol dispone de todo el agua que necesita ya que hay una relación directa entre el agua disponible y el tamaño que alcanzan los frutos. Después de recolección, el crecimiento vegetativo continúa aunque con menor intensidad, con una duración aproximada de 45-60 días (recolección entre el 15 de agosto al 15 de septiembre).

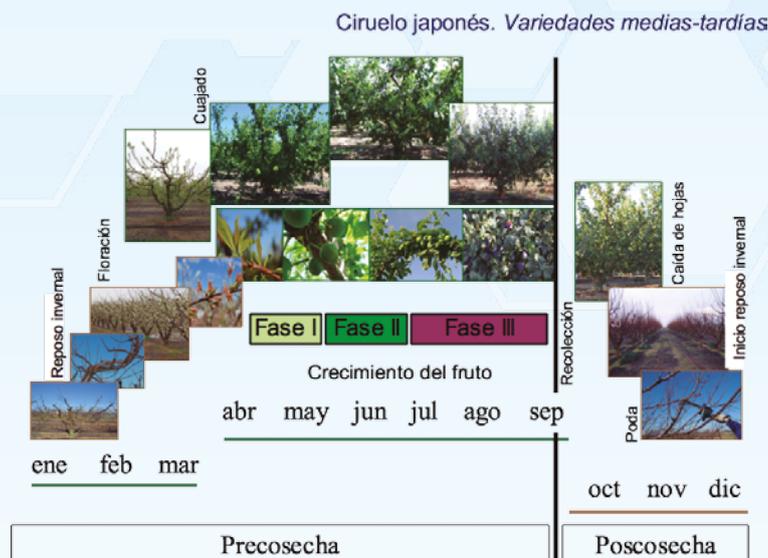


Figura 2. Evolución anual del crecimiento vegetativo y reproductivo de variedades medias-tardías de ciruelo japonés.

3.- NECESIDADES HÍDRICAS

Para establecer la programación de riego de una plantación el primer paso es conocer las necesidades de agua de la misma a lo largo de todo su ciclo vegetativo, desde la floración-brotación hasta caída de las hojas. Las necesidades hídricas de una plantación son: el agua transpirada por los árboles y la transpirada por cualquier otra planta presente en la misma (como por ejemplo cubiertas vegetales). A esta agua se suma la evaporada directamente desde el suelo, y esto se conoce como evapotranspiración de la plantación o de cultivo (ETc). Esta ETc se puede calcular como el producto de la evapotranspiración de un cultivo de referencia, ETo, válida para el cálculo de necesidades de cualquier cultivo, por el coeficiente de cultivo Kc, específico del cultivo, e incluso la variedad:

$$ETc = ETo \times Kc$$

La ETo depende de las condiciones climatológicas y el Kc del estado de desarrollo de los árboles y de las características del cultivo y la plantación, por lo que ambos términos van variando con el ciclo de cultivo, con valores más bajos en la brotación, que se incrementan hasta llegar a los consumos más altos en los meses de junio, julio y agosto, para volver a reducirse hasta caída de hojas.

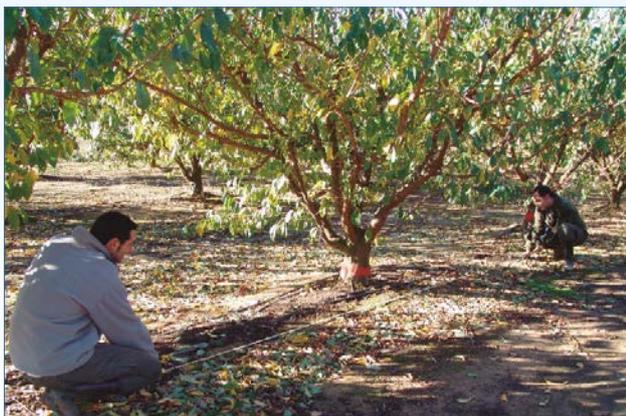
Para facilitar estos cálculos se puede acceder al valor diario de ETo de forma gratuita en la página web pame.gobex.es/servicios/redarex/ obtenido a partir de los datos climáticos de estaciones agrometeorológicas pertenecientes al Gobierno de Extremadura, distribuidas en las zonas regables de Cáceres y Badajoz. El primer paso será seleccionar la estación meteorológica más próxima a la localización de la parcela.

En la tabla 1 aparecen los valores mensuales de Kc para el ciruelo japonés en Extremadura distinguiendo para variedades adultas, de ciclo temprano, y medio-tardío:

Tabla 1. Kc mensual para cvs. tempranos y medios-tardíos de ciruelo japonés obtenido para variedades adultas en la Finca La Orden –Valdesequera (Proyecto RTA 2009-0026-C02-02).

	cvs. temprano	cvs. medios - tardíos
Febrero	0,35-0,40	0,15-0,20
Marzo	0,55-0,60	0,30-0,35
Abril	0,75-0,80	0,40-0,50
Mayo	0,90-0,95	0,55-0,75
Junio	1,10-1,15	0,85-0,95
Julio	1,00-0,95	0,95-1,05
Agosto	0,95-0,90	1,05-1,15
Septiembre	0,75-0,70	1,10-0,90
Octubre	0,60-0,55	0,75-0,65

En el caso de plantaciones jóvenes, cuando la cobertura de los árboles sea inferior al 60%, es necesario ajustar el cálculo de las necesidades de riego, aplicando el siguiente coeficiente corrector K_r . Primero habrá que calcular el porcentaje de cubierta vegetal que se refiere al porcentaje de suelo que queda sombreado por las copas de los árboles cuando el sol está en el punto más alto (Fotografía 1).



Fotografía 1. Estimación del suelo sombreado por el árbol.

Para ello, se mide la longitud de la parte más ancha de la copa y calculamos el porcentaje de suelo sombreado teniendo en cuenta el marco de plantación con la fórmula:

$$\% \text{ de suelo sombreado} = \frac{(\pi \times \text{Longitud copa}^2 \text{ (m}^2\text{)} \times 100)}{4 \times \text{marco plantación (m}^2\text{)}}$$

Con el valor obtenido, seleccionamos el valor de K_r en la tabla 2 (K_r nunca mayor de 1), y el cálculo de las necesidades de riego para cubiertas incompletas es:

$$ET_c = ET_o \times K_c \times K_r$$

Tabla 2. K_r para ciruelo japonés en plantaciones jóvenes hasta que los árboles sombreen el 60% del suelo, a partir de dicho valor no se utiliza este coeficiente corrector (Goldhamer and Snyder, 1989).

SUELO SOMBREADO POR EL ÁRBOL												
	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%
K_r	0,15	0,27	0,38	0,48	0,57	0,65	0,73	0,80	0,86	0,91	0,95	0,99

4. - ESTRATEGIAS DE RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO

El ciruelo japonés es un frutal muy vigoroso y el crecimiento de la vegetación puede competir con el fruto, además de sombrear en exceso el interior de la copa, lo que va a influir en la calidad de las yemas de flor para el año siguiente y de la fruta de ese año. La aplicación de estrategias de riego como el Riego Deficitario Controlado permite realizar un control efectivo del vigor de los árboles, con menor utilización de agua de riego. El éxito de esta técnica depende de elegir los momentos y duración adecuados, reducir la cantidad de agua de forma que se induzca un estrés moderado, nunca severo y de poder recuperar rápidamente el estado hídrico del árbol tras el periodo de estrés. La elección de los momentos adecuados para inducir un periodo de estrés va a depender de las características del cultivar.

cvs. tempranos

En el caso de los cvs. tempranos, hay que garantizar un buen estado hídrico en los árboles mientras estén presentes los frutos y, el periodo poscosecha es el más indicado para reducir el riego. Como valor orientativo: cubrir el 60% de las necesidades, aunque las condiciones concretas de la parcela y los árboles pueden hacer recomendable incrementar o reducir esta dosis. Es interesante por tanto ajustar este recorte a cada parcela, que se puede hacer de forma visual; si se observan nuevas brotaciones y un crecimiento de brotes activo, el aporte es excesivo y podemos reducir la dosis, pero nunca se debe llegar a ver al árbol con aspecto decaído. En este periodo se diferencian las yemas para el siguiente año y se almacenan las reservas para que el arranque de la siguiente campaña sea de

la mayor calidad posible (floración y cuajado), por lo que se deben evitar los niveles de estrés severos.

Si cubrimos completamente las necesidades hídricas del árbol una vez recolectado el fruto, buena parte de la energía se dirigirá hacia crecimiento vegetativo, lo que significará mayor vigor del árbol, la aparición de “anticipados” e incrementará los costes de poda.

cvs. medios-tardíos

En el caso de cvs. medios-tardíos, la técnica es diferente, ya que existen dos periodos en que el árbol es menos sensible a la falta de agua, el primero de ellos en la fase II del crecimiento del fruto, y el segundo tras la cosecha. En

precosecha, se propone iniciar el ciclo de estrés 30 días después de cuajado y mantenerlo 40 días. Como valor orientativo: cubrir el 20% de las necesidades. En fase III subir el riego al 100% de las necesidades hídricas hasta cosecha. Esta cantidad es muy inferior a las necesidades del árbol y normalmente utilizará las reservas del suelo, por lo que hay que ser muy cautos en terrenos poco profundos o arenosos. En estos casos el recorte debe ser menos severo. Después de recolección, se aplicará un segundo ciclo de estrés no tan severo como el anterior para garantizar el almacenamiento de carbohidratos necesarios para la siguiente floración y cuajado. Se propone cubrir el 60% de las necesidades calculadas para la plantación.

5. - INDICADORES DE ESTADO HÍDRICO / VALORES UMBRAL

En general, disponer de un indicador del estado hídrico del árbol resulta muy útil para comprobar si nuestro sistema de riego y la programación de riego que se ha adoptado son correctos. En el caso de utilizar estrategias de Riego Deficitario Controlado, como sería recomendable, es aún más importante ya que es una forma de evitar que los niveles de estrés sean excesivos, o que sean tan escasos que no se lleguen a obtener los resultados esperados. Nos permite, por tanto, reajustar las dosis de riego.

La apreciación visual de los árboles es una forma de hacerlo, pudiendo incluso utilizar zonas de la parcela como referencia donde el estrés se manifieste antes que en el resto. El problema es que es una valoración muy subjetiva en

la que el éxito va a depender de la pericia del observador. La medida del potencial hídrico del tallo es una medida muy recomendable, ya que es sencilla de realizar y nos da un valor numérico que podemos comparar con unos valores de referencia, que de forma inmediata nos va a indicar en que situación se encuentran los árboles. Para ello, se puede utilizar la cámara de presión (fotografía 2).

En la tabla 3 aparecen los valores de potencial hídrico de tallo (bar) para variedades de maduración temprana y media-tardía de ciruelo japonés, diferenciando los valores por cada una de las fases del ciclo de cultivo, para dos situaciones: si el riego es para cubrir las necesidades del cultivo, o para el caso de utilizar una estrategia de riego deficitaria.

Tabla 3. Potencial hídrico de tallo (bar) para cvs. tempranos y medios-tardíos de ciruelo japonés para cubrir las necesidades hídricas de los árboles y para aplicar estrategias de riego deficitario controlado (0318_RITECA_4_E, 0401_RITECA_2_4_E).

		POTENCIAL HÍDRICO DE TALLO (bar)					
		cvs. tempranos		cvs. medios-tardíos			
		Pre cosecha	Pos cosecha	Precosecha			Pos cosecha
Fase I	Fase II			Fase III			
Riego para cubrir 100% necesidades	Medida en cámara de presión (bar)	7	9	7	8	11	11
Estrategia de riego deficitario controlado	Medida en cámara de presión (bar)	7	13	7	10	11	14



Fotografía 2. Cámara de presión Pump-up (PMS Instrument Co.)



6. - PROGRAMACIÓN DE RIEGO. CASO PRÁCTICO

El primer paso antes de realizar la programación de riego en la plantación frutal será conocer:

- 1º - ¿Cuánta agua aplica el sistema de riego por cada hora de funcionamiento del mismo?
- 2º - ¿Cada cuánto tiempo es necesario regar?
- 3º - ¿Cuánta agua necesita el cultivo a lo largo de todo su ciclo y en qué momentos es fundamental que no sufra falta de agua o sequía?

Para responder a la primera pregunta tenemos que conocer, el caudal de los goteros, el número de goteros por árbol y el marco de plantación.

En el caso de que no se disponga del proyecto de diseño de la instalación de riego, o no aparezca el caudal del gotero en el propio gotero, se puede realizar una sencilla prueba de 30 minutos de duración. Para ello, elegimos varios goteros en diferentes posiciones dentro de la plantación. Situamos un recipiente bajo los goteros, como los 16 goteros seleccionados en

la figura 3, y ponemos en marcha el riego. Al finalizar la prueba medimos en la cantidad de agua recogida en 30 minutos en cada gotero, y ese valor lo convertimos en litros por hora multiplicándolo por 2 (tabla 4).

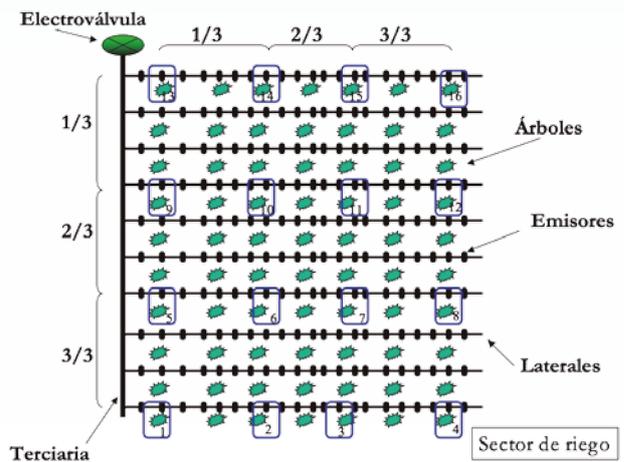


Figura 3. Ejemplo de posiciones para el control del caudal de los goteros en un sector de riego de una plantación frutal.

Ejemplo: Después de 30 minutos, se han recogido las siguientes cantidades en litros:

Tabla 4. Comprobación del caudal de los goteros de la plantación.

		GOTERO																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	media
I/30 m		2,20	2,10	1,90	1,80	2,20	2,10	2,00	1,90	2,20	2,20	2,20	1,90	2,20	2,20	2,10	2,10	2,08
I/h		4,40	4,20	3,80	3,60	4,40	4,20	4,00	3,80	4,40	4,40	4,40	3,80	4,40	4,40	4,20	4,20	4,16

Por lo tanto, los goteros de la plantación son de **4 l/h.**

Esta prueba nos permite además comprobar la uniformidad de riego de la instalación, detectando zonas en las que los goteros riegan por encima de su caudal, o por el contrario, zonas en las que riegan por debajo de su caudal.



Fotografía 3. Detalle de gotero pinchado sobre línea portagotero.

Una vez conocido el caudal de los goteros (4 l/h), comprobamos cómo se encuentran distribuidos en los laterales o línea portagoteros y la distancia entre dos goteros. En la mayoría de las plantaciones frutales de Extremadura, se dispone una línea portagoteros de polietileno de 16 mm, con goteros pinchados sobre la tubería o embutidos en ella (de fábrica) que se sitúan próximos a los troncos o a lo largo de la fila de árboles a distancia fija.

6.1.- Caso práctico de las necesidades totales de riego del ciruelo japonés en Extremadura

A continuación aparece un procedimiento sencillo para realizar un calendario anual de riego, donde se calculan las necesidades diarias para una campaña de riego (febrero-octubre), en dos variedades de ciruelo japonés, una temprana y otra tardía, de una plantación localizada en las Vegas Bajas del Guadiana (Badajoz).

Red Beaut (cv. temprano)

- Datos de partida: ciruelo japonés, cv. Red Beaut
- Ciclo de maduración: temprano (recolección finales mayo-principios junio)
- Plantación joven. Suelo sombreado por los árboles: 40 %
- Marco de plantación: 6 m x 4 m
- Sistema de riego: 4 goteros autocompensantes de 4 l/h separados 1 m (4 goteros/árbol)
- El sistema aplica:

$$4 \text{ goteros} \times \text{árbol} \times 4 \text{ l/h} = \mathbf{16 \text{ l/h por árbol}}$$

como el marco de plantación es 6 m x 4 m, en 1 hora de riego se aplica:

$$16 \text{ (l/h por árbol)} / 6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = \mathbf{0,67 \text{ l/m}^2}$$

(que es lo mismo que **0,67 mm**
y 6,67 m³/ha)



Fotografía 4. Ciruelo japonés de maduración temprana cv. Red Beaut.

Lo primero que hay que averiguar es cuánta agua consume el cultivo mes a mes:

- 1.- Buscamos en la página web pome/gobex.es/servicios/redarex/ el valor de la evapotranspiración de cultivo ETo y de la precipitación efectiva (lluvia) de la zona más próxima a la plantación. Para el ejemplo se han tomado los datos medios de los 5 últimos años (2009-2013) de la estación agroclimática La Orden (la plantación está localizada en el término de Guadajira) y se presentan en la tabla 5, primera fila.

2.- A continuación tomamos de la tabla 1 el coeficiente de cultivo (K_c) correspondiente a nuestra variedad en cada uno de los meses (tabla 5, segunda fila).

3.- En el caso de plantaciones jóvenes, donde el suelo sombreado por los árboles sea menor del 60% hay que aplicar el coeficiente corrector K_r que aparece en la tabla 2. En nuestro ejemplo el valor para un 40% de suelo sombreado es de **0,8** (tabla 5, tercera fila).

4.- Con estos datos calculamos las necesidades de agua de nuestro cultivo mediante una sencilla fórmula para cada mes, como ejemplo se hace el mes de mayo:

$$\begin{aligned} E_{Tc} &= E_{To} \times K_c \times K_r \\ E_{Tc} \text{ (mes mayo)} &= \\ 162,61 \times 0,9 \times 0,8 &= \\ \mathbf{117,08 \text{ mm/mes mayo}} \end{aligned}$$

5.- Este valor es el agua que necesita la planta durante el mes de mayo. Por lo tanto, la cantidad de agua que tenemos que aportar con el riego será este valor menos el agua procedente de la lluvia, es decir, la cantidad de agua que hay que regar es:

$$\begin{aligned} N_t \text{ (necesidades totales)} &= E_{Tc} - \text{lluvia} \\ N_t \text{ (agua de riego, mm/mes)} &= \\ 117,08 - 15,16 &= \\ \mathbf{101,92 \text{ mm/mes de mayo}} \end{aligned}$$

6.- Como el sistema de riego es por goteo, la frecuencia de riego será diaria, salvo en los periodos con necesidades bajas (principio y final de ciclo) que se puede regar cuando se acumule al menos 1 ó 2 horas de riego. Para calcular el agua de riego cada día dividimos las necesidades totales (mm/mes) por el número de días que tiene el mes.

$$\begin{aligned} N_t \text{ (mm/día)} &= \\ N_t \text{ (mm/mes)} / 30 \text{ ó } 31 \text{ día (mm/día)} &= \\ N_t \text{ (mm/día)} &= \\ 101,92 \text{ mm} / 31 \text{ días} &= \\ \mathbf{3,29 \text{ mm/día en mayo}} \end{aligned}$$

O si se refiere a litros por árbol y día, lo multiplicamos por el marco de plantación (6 m x 4 m)

$$\begin{aligned} N_t \text{ (l/árbol día)} &= 3,29 \text{ mm/día} \times 6 \text{ m} \times 4 \\ \text{m} &= \mathbf{78,91 \text{ l/árbol día en mayo}} \end{aligned}$$

7.- Finalmente, como el dato que nos interesa es conocer cuantas horas de riego tenemos que dar en cada momento para que el cultivo tenga cubiertas sus necesidades hídricas, pasamos con una pequeña cuenta este valor a horas y minutos de riego.

En este ejemplo, el marco de la plantación es 6 m x 4 m y el riego es de 4 goteros por árbol de 4 l/h cada gotero (cada árbol recibe 16 l/h), y vimos al comenzar el ejemplo que nuestro sistema aplica **0,67 mm**.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de riego} &= 3,29 / 0,67 = 4,91 \text{ h,} \\ \text{que son 4 horas y los decimales los} & \\ \text{multiplicamos por 60 minutos} & \\ \text{que tiene una hora:} & \\ 0,91 \text{ h} \times 60 \text{ min/h} &= 55 \text{ min} \\ \mathbf{\text{Total: 4 h 55min} \gg \mathbf{5 \text{ horas/día}}} \end{aligned}$$

En el mes de mayo tendremos que dar riegos de 5 horas cada día para cubrir las necesidades de los árboles, y el consumo será de 1.019 m³/ha.

Una vez realizado este procedimiento para cada mes de la campaña de riego, podemos construir la siguiente tabla (tabla 5) que nos sirva como orientación de cara a la siguiente campaña de riego. Si queremos ajustar más los consumos de la plantación a sus necesidades reales, se puede realizar diariamente la programación de riego, tomando cada día o cada semana, los datos del día o la semana anterior de E_{To} y lluvia del año en curso, en lugar de datos medios mensuales de un periodo de años anteriores. Es muy importante que se utilicen los datos de lluvia del año en curso, ya que en Extremadura la pluviometría es muy variable entre años y podemos cometer errores graves al considerar valores medios de otros años.

Tabla 5. Calendario de riego medio para una plantación de ciruelo japonés de ciclo temprano (cv. Red Beaut) en la Finca La Orden (Vegas Bajas del Guadiana, Badajoz).

		PRECOSECHA				POSCOSECHA					CAMPAÑA RIEGO	
		febr.	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	oct.		
1	ET _o (mm/mes)	50,74	86,35	116,59	162,61	184,74	213,32	183,89	126,55	66,19	1191	mm
2	K _c	0,35	0,55	0,75	0,90	1,10	1,00	0,95	0,75	0,60	-	-
3	K _r	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-
4	ET _c (mm)	14,21	37,99	69,95	117,08	162,57	170,65	139,76	75,93	31,77	820	mm
5	Lluvia (mm)	28,22	34,20	20,06	15,16	8,32	0,34	2,16	14,52	24,68	148	mm
6	N _t (mm/mes)	-14,01	3,79	49,89	101,92	154,25	170,31	137,60	61,41	7,09	686	mm
7	N _t (mm/día)	0,00	0,12	1,66	3,29	5,14	5,49	4,44	2,05	0,23	-	-
8	N _t (l/árbol día)	0,00	2,94	39,91	78,91	123,40	131,86	106,53	49,13	5,49	-	-
9	Tiempo de riego (h/día)	0h 0'	0h 11'	2h 30'	4h 56'	7h 42'	8h 14'	6h 39'	3h 4'	0h 21'	1029	horas
10	m ³ /ha	0	38	499	1019	1543	1703	1376	614	71	6863	m ³ /ha

Los meses de enero, noviembre y diciembre se consideran meses excedentarios de agua, es decir, son meses en los que el consumo de la planta es prácticamente nulo y el agua "extra" que recibe la plantación de las precipitaciones se almacena en el suelo.

En Extremadura se suele iniciar el riego tras la brotación, incluso se aplican riegos iniciales sólo para aportar fertilizantes. Si el otoño y la primavera fueran lluviosos, y los suelos profundos, se puede retrasar el riego hasta mayo. Sin embargo, en años secos es importante iniciar el riego con la brotación para evitar falta de agua en floración, cuajado y la fase inicial de crecimiento de los frutos.

Por lo tanto, en este ejemplo, en las condiciones agroclimáticas de la plantación de ciruelo japonés (demanda evaporativa, precipitación, suelo y cultivo) y considerando que la eficiencia de aplicación de agua del sistema de riego está en torno al 95%, las necesidades anuales para una variedad temprana de ciruelo japonés sería de unos 7.200 m³/ha (6.863 x 1,05 » 7.200) y el tiempo de riego en torno a las 1.080 horas (1.029 x 1,05 » 1.080), con un consumo máximo en el mes de julio que superan las 8 h diarias.

Angeleno (cv. tardío)

- Datos de partida: ciruelo japonés, cv. Angeleno
- Ciclo de maduración: tardío (recolección principios septiembre)
- Plantación adulta. Suelo sombreado por los árboles más del 60%. No se aplica el coeficiente reductor K_r
- Marco de plantación: 6 x 4 m
- Sistema de riego: 4 goteros autocompensantes de 4 l/h separados 1 m (4 goteros/árbol)



Fotografía 5. Ciruelo japonés de maduración tardía cv. Angeleno.

Para realizar el calendario anual en el caso de la variedad tardía, seguimos el mismo procedimiento que en el ejemplo anterior, pero al

ser una plantación adulta no es necesario utilizar el coeficiente corrector K_r que aparece en el punto 3.

Tabla 6. Calendario de riego medio para una plantación de ciruelo japonés de ciclo tardío (cv. Angeleno) en la Finca La Orden (Vegas Bajas del Guadiana, Badajoz).

		PRECOSECHA							POSCOSECHA		CAMPAÑA RIEGO	
									sept.	oct.		
		Fase I	Fase II	Fase III								
		febr.	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto				
1	E_{To} (mm/mes)	50,74	86,35	116,59	162,61	184,74	213,32	183,89	126,55	66,19	1191	mm
2	K_c	0,15	0,30	0,40	0,55	0,85	0,95	1,05	1,10	0,75	-	-
3	K_r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	E_{Tc} (mm)	7,61	25,91	46,63	89,44	157,03	202,65	193,09	139,21	49,64	911	mm
5	Lluvia (mm)	28,22	34,20	20,06	15,16	8,32	0,34	2,16	14,52	24,68	148	mm
6	N_t (mm/mes)	-20,61	-8,30	26,57	74,28	148,71	202,31	190,93	124,69	24,96	792	mm
7	N_t (mm/día)	0,00	0,00	0,89	2,40	4,96	6,53	6,16	4,16	0,81	-	-
8	N_t (l/árbol día)	0,00	0,00	21,26	57,50	118,97	156,63	147,82	99,75	19,32	-	-
9	Tiempo de riego (h/día)	0h 0'	0h 0'	1h19'	3h 35'	7h 26'	9h 47'	9h 14'	6h 14'	1h 12'	1188	horas
10	m^3/ha	0	0	266	743	1487	2023	1909	1247	250	7924	m^3/ha

En el caso de la variedad tardía, es durante la fase III de crecimiento del fruto (mediados de junio-julio y agosto) cuando hay que regar más tiempo (de 7 a 9 horas diarias), que como se mencionó anteriormente es un periodo muy sensible a la falta de agua, y episodios de sequía durante el mismo pueden afectar al tamaño final del fruto.

Al igual que en el caso anterior, considerando una eficiencia de aplicación de agua del 95%,

las necesidades anuales para la variedad tardía de ciruelo japonés sería de 8.300 m^3/ha , y el tiempo de riego de 1.200 horas aproximadamente, con un consumo máximo en los meses de julio y agosto con riegos que superan las 9 h diarias.

Como podemos comprobar en estos dos ejemplos, la cantidad total de agua de riego que necesitan al año las 2 variedades son diferentes, así como los momentos y tiempos de riego a lo largo del ciclo de cultivo.

6.2. - Caso práctico utilizando estrategias de riego deficitario controlado en ciruelo japonés en Extremadura

Si utilizamos las estrategias de riego deficitario controlado en las programaciones de riego calculadas anteriormente, los calendarios anuales se reducen tanto en las horas de riego como la dosis de riego.

Red Beaut (cv. temprano)

En este caso, durante el periodo precosecha el árbol recibe todo el agua que necesita, y una vez recogido el fruto se reduce el agua de riego durante todo el periodo pos-

cosecha para darle al cultivo sólo el 60% de la dosis de riego necesaria para asegurar que no sufra falta de agua o sequía.

Tabla 7. Calendario de riego medio para una plantación de ciruelo japonés de ciclo temprano (cv. Red Beaut) en la Finca La Orden (Vegas Bajas del Guadiana, Badajoz), utilizando estrategias de riego deficitario.

		PRECOSECHA				POSCOSECHA					CAMPAÑA RIEGO	
		febr.	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	oct.		
1	ET _o (mm/mes)	50,74	86,35	116,59	162,61	184,74	213,32	183,89	126,55	66,19	-	-
2	K _c	0,35	0,55	0,75	0,90	1,10	1,00	0,95	0,75	0,60	-	-
3	K _r	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-
4	ET _c (mm)	14,21	37,99	69,95	117,08	162,57	170,65	139,76	75,93	31,77	820	mm
5	Lluvia (mm)	28,22	34,20	20,06	15,16	8,32	0,34	2,16	14,52	24,68	148	mm
6	N _t (mm/mes)	-14,01	3,79	49,89	101,92	154,25	170,31	137,60	61,41	7,09	686	mm
7	Estrategia de riego	100%	100%	100%	100%	60%	60%	60%	60%	60%	-	-
8	N _t (mm/día)	0,00	0,12	1,66	3,29	3,09	3,41	2,75	1,23	0,14	-	-
9	N _t (l/árbol día)	0,00	2,94	39,91	78,91	74,04	81,75	66,05	29,48	3,40	-	-
10	Tiempo de riego (h/día)	0h0'	0h11'	2h30'	4h56'	4h37'	5h06'	4h07'	1h50'	0h13'	720	horas
11	m ³ /ha	0	38	499	1019	926	1022	826	368	43	4740	m ³ /ha

Podemos comprobar que tanto la cantidad de agua de riego como el tiempo necesario para aplicarla se ha reducido de forma importante.

Angeleno (cv. tardío)

Para la variedad tardía Angeleno, la estrategia es diferente y la reducción del agua de riego se propone realizarla en fase II (entre mayo y junio, aproximadamente) y después de cosecha, aportando el 20% y el 60% de las necesidades, respectivamente.

Tabla 8. Calendario de riego medio para una plantación de ciruelo japonés de ciclo tardío (cv. Angeleno) en la Finca La Orden (Vegas Bajas del Guadiana, Badajoz), utilizando estrategias de riego deficitario.

		PRECOSECHA							POSCOSECHA		CAMPAÑA RIEGO	
		Fase I			Fase II		Fase III					
		febr.	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	oct.		
1	ET _o (mm/mes)	50,74	86,35	116,59	162,61	184,74	213,32	183,89	126,55	66,19	1191	mm
2	K _c	0,15	0,30	0,40	0,55	0,85	0,95	1,05	1,10	0,75	-	-
3	K _r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	ET _c (mm)	7,61	25,91	46,63	89,44	157,03	202,65	193,09	139,21	49,64	911	mm
5	Lluvia (mm)	28,22	34,20	20,06	15,16	8,32	0,34	2,16	14,52	24,68	148	mm
6	N _t (mm/mes)	-20,61	-8,30	26,57	74,28	148,71	202,31	190,93	124,69	24,96	792	mm
7	Estrategia de riego	100%	100%	100%	20%	20%	100%	100%	60%	60%	-	-
8	N _t (mm/día)	0,00	0,00	0,89	0,48	0,99	6,53	6,16	2,49	0,48	-	-
9	N _t (l/árbol día)	0,00	0,00	21,26	11,50	23,79	156,63	147,82	59,85	11,59	-	-
10	Tiempo de riego (h/día)	0h 0'	0h 0'	1h 19'	0h 42'	1h 29'	9h 47'	9h 14'	3h 44'	0h 43'	831	horas
11	m ³ /ha	0	0	266	149	297	2023	1909	748	150	5542	m ³ /ha

Podemos observar cómo se ha reducido la dosis anual de riego desde los casi 8.000 m³/ha a 5.500 m³/ha, así como también el tiempo de riego en casi 400 horas en el año.

7.- RESUMEN

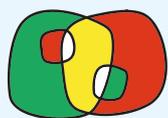
Para regar adecuadamente el ciruelo japonés hay que tener en cuenta:

- El ciclo fenológico de cada cultivar y conocer los momentos más sensibles ante la falta de agua.
- Para realizar las programaciones de riego hay que conocer las necesidades reales del cultivo considerando: necesidades de agua según el cultivar, tamaño de las copas de los árboles, características del suelo, y el aporte de agua procedente de la lluvia.
- Después de la cosecha se puede reducir la cantidad de agua de riego en todos los cultivares.
- En cultivares medios y tardíos se puede reducir el agua de riego 30 días después del cuajado de los frutos, durante 30-40 días.
- En ambos casos, durante el periodo de recorte de agua el árbol debe reducir o parar el crecimiento de brotes, pero nunca presentar un aspecto decaído.
- Se pueden utilizar indicadores de estado hídrico, como el potencial hídrico de tallo, para reajustar las dosis de riego según sea la intensidad del estrés que se quiera aplicar durante el ciclo del cultivo.



Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria

RTA 2009 0026-C02-02



PROGRAMA
COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA
ESPAÑA ~ PORTUGAL
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA
2 0 0 7 ~ 2 0 1 3



Unión Europea
FEDER
Invertimos en su futuro



RITECA
Red de Investigación Transfronteriza
Extremadura - Centro - Alentejo
Rede de Investigaçao Transfronteiriça

El proyecto RITECA, Red de Investigación Transfronteriza de Extremadura, Centro y Alentejo (RITECA) está cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal (POCTEP) 2007-2013.



GOBIERNO DE EXTREMADURA
Consejería de Empleo, Empresa e Innovación