

## **6. NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL AHORRO DE AGUA EN EL CULTIVO DE FRUTALES EN LA ZONA SEMIÁRIDA MEDITERRÁNEA**

---

*Pablo Melgarejo Moreno*

### **PRÓLOGO DE LOS COORDINADORES**

Conscientes de lo determinante que es para el sector agrario la aplicación de nuevas técnicas de ahorro de agua en los cultivos, hemos considerado conveniente incluir este capítulo que describe una experiencia que está desarrollándose en el Sureste español, el área más afectada por la escasez de agua en la Península Ibérica.

El autor, Pablo Melgarejo Moreno, es Doctor Ingeniero Agrónomo y Catedrático de Producción Vegetal en la Universidad Miguel Hernández, realizando su labor docente e investigadora en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Su dilatada experiencia en la aplicación de tecnologías frutícolas, en zonas semiáridas, nos animó a solicitarle una colaboración que nos ilustrara sobre unas técnicas que prevemos que, en un futuro próximo, serán de común aplicación en todas las zonas regables de la Cuenca Mediterránea.

Es obvio que aunque las técnicas de cultivo proyectadas podrán extenderse, con las correcciones que resulten pertinentes, a otras zonas productivas, el material vegetal empleado en uno de los ensayos, cultivares de mandarino, no tiene importancia económica en nuestra región. No es el caso del ciruelo, frutal en el que Extremadura se encuentra a la cabeza de la producción española.

### **1. INTRODUCCIÓN**

La escasez de agua en muchas zonas áridas y semiáridas del mundo y en especial en el Sureste español, donde además el agua disponible suele ser mediocre o de mala

calidad agronómica, obliga a estudiar nuevos sistemas que optimicen el uso del agua en el regadío. En estas zonas el clima es apropiado para el cultivo de gran número de especies, de modo que si hubiera disponibilidad de agua se podrían obtener grandes cosechas en cantidad y calidad. En este trabajo se expondrán datos de consumo de agua obtenidos en la Región de Murcia, donde el clima de la zona de cultivo es semidesértico, con alta evapotranspiración potencial y baja pluviometría. En estas condiciones las cosechas y su calidad son proporcionales al uso del agua y a su calidad.

La idea fundamental para conseguir el ahorro de agua descrito en este trabajo se basa en el uso de cubiertas plásticas (film de polietileno) en el suelo de cultivo. Se han ensayado dos tipos de plástico (negro y fotoselectivo) con diferentes espesores, aplicándose la cobertura plástica tanto al sistema de cultivo en mesetas como al cultivo sin mesetas. Aunque en los ensayos se han utilizado diferentes especies frutales (ciruelo japonés, melocotonero, nectarina, mandarino, limonero, higuera, granado, vid y olivo), sólo se expondrán los resultados referentes a dos especies y en las condiciones que se describen a continuación:

1°. *Ciruelo japonés* sobre mesetas y con cobertura plástica de polietileno negro de 300 galgas de espesor.

2°. *Mandarino* bajo mallas y cultivado sobre mesetas con cobertura plástica de polietileno negro de 400 galgas de espesor.

En ambos casos el cultivo se realiza sobre mesetas para aprovechar las ventajas adicionales que éstas proporcionan para el desarrollo de las plantas.

Con el ambiente obtenido en la zona del sistema radicular en el primer caso y tanto en la zona radicular como en la parte aérea en el segundo, se persigue incrementar el desarrollo de las plantas y la producción de frutos, esperándose un crecimiento superior al normal y una mayor cantidad y calidad de la cosecha. Se pretende obtener un óptimo desarrollo del sistema radicular, reducir al máximo la evaporación de agua y la presión osmótica y un ahorro superior al 50% del agua necesaria para el cultivo en los sistemas convencionales.

En el segundo caso, la combinación de ambas técnicas de cultivo, acolchado del suelo y cobertura del cultivo mediante mallas permitirá, además de las ventajas citadas, la reducción tanto de plagas como de enfermedades, con el consiguiente ahorro en pesticidas, el ahorro en el uso de herbicidas al existir un porcentaje de suelo cubierto con la lámina plástica que evita el crecimiento de malas hierbas en la zona de cultivo y una reducción importante de la erosión, al no tener que realizar labores de cultivo y al estar el suelo, donde se desarrollan las raíces, protegido por una cubierta plástica. Todo esto constituye no sólo una alternativa ecológica que reduce considerablemente el uso de plaguicidas y de herbicidas, sino que además consigue un ahorro energético considerable debido al menor volumen de agua que tendrá que ser bombeado

Asimismo, al estar el cultivo protegido mediante mallas que cubren el arbolado, caso del ensayo con mandarinos, se eliminan los riesgos de daños por granizo, quemaduras de sol y viento, y se reducen considerablemente los de heladas y los costes del seguro correspondiente.

Por todo lo expuesto anteriormente los proyectos en marcha con los dos cultivos indicados persiguen los siguientes **objetivos**:

**a) En ciruelo. Plantación en meseta con cobertura plástica del suelo de cultivo:**

- Optimizar el uso del agua.
- Reducir el consumo energético.
- Permitir el uso de agua de mala o mediocre calidad agronómica.
- Reducir el consumo de herbicidas, dificultando la posible contaminación del suelo y acuíferos por estos productos.
- Reducir el uso de quelatos de hierro, imprescindibles en suelos calizos.
- Preservar al suelo de la erosión.
- Reducir el tiempo de entrada en producción y conseguir mayor precocidad de la cosecha.
- Incrementar el crecimiento, producción y calidad de la cosecha.

**b) En mandarino. Plantación en meseta con cobertura plástica del suelo de cultivo y mallas que cubren el arbolado:**

- Además de los citados anteriormente,
- Reducir el uso de pesticidas.
- Reducir la posibilidad de riesgos de daño en los frutos y plantas por granizo, sol, viento y heladas, en el caso del cultivo bajo mallas.

Se trata pues de estudios innovadores tanto en la fruticultura como en la citricultura, y los resultados obtenidos podrán no sólo extenderse al cultivo del ciruelo o del mandarino sino también a otros frutales, lo que resulta del máximo interés para el desarrollo de la fruticultura en las zonas donde la escasez de agua, la existencia de agua de mala calidad agronómica o de diferentes meteoros como viento o granizo limitan la producción o la calidad de las cosechas, pudiéndose aplicar estas técnicas para conseguir un cultivo con menores riesgos de daños climáticos, con menores consumos de agua y energía e incluso más estables en el tiempo, ante problemas de sequía o el uso esporádico de agua de calidad agronómica inapropiada durante un periodo de tiempo más o menos largo.

## **2. SISTEMA DE CULTIVO CON COBERTURA PLÁSTICA DEL SUELO**

Existen diferentes técnicas de cultivo que permiten obtener importantes ahorros de agua (riego deficitario controlado, coberturas con material vegetal como la paja de arroz, uso de productos superabsorbentes, uso de productos surfactantes, etc.). Sin embargo, muy pocas resultan tan sencillas de aplicar como la que se expone a continuación en relación a su eficiencia y, aunque es bastante conocida en el cultivo de plantas hortícolas es prácticamente desconocida en el cultivo de frutales. Se trata del acolchado plástico parcial del suelo de cultivo. Hemos realizado ensayos previos preliminares sobre el uso de estas técnicas tanto en el cultivo del granado como en el de otras especies (Melgarejo *et al.*, 1998), pudiendo asegurarse que su aplicación en el sector agrario resulta sencilla y está plenamente justificada por las ventajas económicas y medioambientales que presentan. Por ello, de acuerdo con los resultados preliminares obtenidos, se decidió aplicarlas al cultivo de diferentes frutales y cítricos en superficies

de terreno considerables, 9 ha en ciruelos en tres parcelas diferentes y 2,5 ha en mandarinos en dos parcelas diferentes.

A continuación se exponen las ventajas e inconvenientes del cultivo mediante la cobertura parcial del suelo con láminas plásticas, recogiendo aquí tanto información obtenida de la bibliografía como propia.

## 2.1. Ventajas

La utilización de láminas plásticas en fruticultura presenta las siguientes ventajas:

- Mejora de la temperatura del suelo, lo que a su vez influye positivamente sobre la formación de raíces y mejora el desarrollo de la planta, evitando grandes contrastes entre las temperaturas diurna y nocturna.
- Reduce notablemente la evaporación del agua en el suelo, consiguiéndose una gran uniformidad en la humedad de esta zona donde se desarrolla el sistema radicular.
- La combinación del aumento de temperatura y de la humedad del suelo favorece la nitrificación y por tanto la nutrición nitrogenada de las plantas.
- Favorece el desarrollo lateral del sistema radicular en superficie donde existe mayor concentración de oxígeno y disponibilidad de nutrientes.
- Permite el uso de aguas con mayor contenido salino sin reducción de la productividad.
- Permite un mayor desarrollo vegetativo durante el periodo de formación de las plantas, acortando el periodo improductivo.
- Permite adelantar las cosechas de las variedades tempranas.
- Permite obtener un periodo de crecimiento más amplio, obteniéndose mayor superficie productiva en menor tiempo.
- Reduce el uso de herbicidas.
- Facilita un mayor aprovechamiento de los nutrientes aplicados.
- Reduce notablemente la evaporación del agua del suelo, permitiendo ahorros de agua que pueden superar el 50%.
- Es fácil de implantar.
- El sistema es de fácil manejo técnico.
- La estabilidad del sistema frente a las habituales sequías que padecemos en el Sureste español es mayor que cuando el suelo está desnudo, pudiendo paliarse los daños como consecuencia de la falta de agua y de la presión osmótica que se genera con el déficit hídrico.
- Otras (reduce la erosión, facilita obtener una temperatura en suelo más próxima a la óptima para el crecimiento radicular).

## 2.2. Inconvenientes

Los inconvenientes del sistema son los derivados de la necesidad de tener que realizar una mayor inversión inicial (que más tarde se recupera), realizar un control más estricto de algunos parámetros fundamentales, tales como la tensión de humedad, la con-

ductividad del agua de drenaje, nivel de O<sub>2</sub>, la composición química del suelo y del agua de drenaje, el control de la vegetación de la planta y su estado sanitario. Todos ellos son perfectamente controlables mediante el uso de equipos adecuados y personal cualificado.

### 3. CULTIVO DE MANDARINOS BAJO MALLAS

La experiencia existente en la actualidad en diferentes cultivos demuestra la bondad del sistema y, en el caso concreto del mandarino, es una técnica poco aplicada especialmente en la zona objeto de estudio, en la que no existe ninguna plantación de similares características, por lo que este ensayo será de gran interés demostrativo para que los agricultores más innovadores puedan compararlo con el sistema tradicional y adoptarlo en sus explotaciones.

Las ventajas de este sistema son fundamentalmente las siguientes:

- Incremento del crecimiento de las plantas durante los primeros años, consiguiéndose crecimientos que superan entre un 30 y un 40% al de las plantas al aire libre.
- Acortamiento del periodo improductivo. Con este sistema se ha demostrado que las plantas entran antes en producción, facilitando la amortización más rápida de las inversiones realizadas.
- Supresión de los daños por granizo, aspecto de gran interés en nuestra zona.
- Supresión de los daños por viento que producen el rameado de los frutos, en ocasiones su caída e incluso la rotura de ramas.
- Supresión de los daños por quemaduras del sol en los árboles jóvenes y en los frutos.
- Menor riesgo de heladas, ya que al estar las plantas protegidas por la malla del invernáculo este riesgo es bastante reducido en nuestras condiciones. Estas cuatro últimas ventajas expuestas conllevarían una reducción muy importante en la prima del seguro agrario, e incluso podría evitarse realizar este seguro sin correr grandes riesgos, lo que significa un ahorro en los gastos de cultivo.
- Obtención de una temperatura más adecuada durante el ciclo de cultivo, reduciéndose las excesivas temperaturas veraniegas que se producen en nuestra zona y también los efectos de las bajas temperaturas invernales, con lo que se consigue una mejora de las condiciones para el crecimiento de las plantas y de los frutos. Esta última ventaja, unida a las cuatro anteriores conduce a la obtención de una importantísima mejora de la calidad de los frutos, lo que sin duda redundará en el precio de los mismos.
- Posibilidad de regular la humedad y la temperatura del interior del umbráculo mediante el sistema de ventilación que se establece en el mismo; esto permite obtener las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas y de los frutos.
- Incremento notable de la producción.
- Reducción de las plagas que afectan al cultivo, ya que las mallas impiden o dificultan la entrada de las mismas al invernáculo. Ello redundará en una mejor sanidad de las plantas y frutos y, en todo caso en una reducción de los costes de cultivo. Asimismo el menor uso de pesticidas redundará positivamente

sobre el medio ambiente y sobre la salud de los trabajadores, disminuyendo la existencia de residuos de plaguicidas en los frutos.

- El sombreado producido por las mallas no sólo permitirá un ambiente más adecuado para las plantas y frutos, sino que también reducirá las pérdidas de agua por evaporación y la pérdida de suelo por el arrastre del viento.

#### **4. OBJETIVOS DE LOS PROYECTOS**

Aunque en este trabajo, tal como se indicó en la introducción, únicamente se expondrán los resultados correspondientes al ahorro de agua de riego, dada la extensión del estudio, todavía en curso, podemos decir que los *objetivos científico-sociales* perseguidos son:

1. Estudiar una plantación frutal experimental en la que se demuestren las ventajas del sistema de acolchado plástico del suelo en el cultivo del ciruelo.
2. Estudiar una plantación frutal experimental en la que se demuestren las ventajas combinadas del sistema de acolchado plástico del suelo y del cultivo bajo mallas en el cultivo del mandarino.
3. Controlar todos los parámetros físicos y químicos que determinan el buen desarrollo y comportamiento de los cultivos, con objeto de demostrar las ventajas/inconvenientes de los sistemas ensayados.
4. Demostrar la viabilidad económica de los sistemas ensayados.
5. Demostrar a los agricultores la viabilidad técnica y ventajas del sistema.

Aunque en este trabajo no se expondrán todos los resultados de los diferentes ensayos en curso, sí podemos enunciar algunos de los objetivos concretos alcanzados.

Los *objetivos* alcanzados son:

1. Ahorro importantísimo de agua.
2. Importante ahorro de energía.
3. Incremento de la producción, de la calidad y de la precocidad de la cosecha.
4. Protección del medio ambiente: reducción del uso de herbicidas y plaguicidas, reducción del consumo de quelatos de hierro y reducción de la erosión.
5. Reducción del uso de pesticidas, en el caso de cultivo bajo mallas.
6. Reducción de los daños por meteoros (viento, granizo, heladas), en el caso de cultivo bajo mallas.
7. Acortar el periodo de amortización de las infraestructuras productivas.
8. Obtención de mayores beneficios económicos.

#### **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **5.1. Material vegetal y características de la plantación de ciruelos**

La especie utilizada es *Prunus salicina* Lind, variedad 606 sobre patrón GF 677, procedente de un vivero comercial. Esta variedad es de las más tempranas en la zona de

cultivo; su recolección se realiza en el mes de mayo y mediante el sistema de cultivo proyectado se espera no sólo incrementar la producción y la calidad sino también conseguir un adelanto en la época de recolección. Como polinizadores se utilizaron Fortune y Black Diamon, ambas sobre el mismo patrón (GF 677), utilizando un 12,5% de cada una de ellas frente al 75% de 606. Los resultados de producción se expresan como si se tratase de una única variedad para simplificar la exposición.

Fecha de plantación: 5 y 6 de julio de 2002.

El cultivo se realiza sobre mesetas y sin ellas, con cobertura plástica y sin ella, habiéndose experimentado con diferentes tipos de láminas plásticas.

El marco de plantación es de 6 x 2 m.

El sistema de riego es por goteo, utilizándose 2 goteros autocompensantes y anti-drenantes de 4 l/h por cada planta. En las plantas testigo y sin cobertura plástica se instalaron 2, 4 y 6 goteros por planta de 4 l/h, tanto en cultivo con mesetas como sin ellas.

Para el control de la humedad se instalaron tensiómetros Watermark a 30 y 60 cm y para conocer la evolución de los nutrientes y de otros parámetros se instalaron sondas de succión, recogiendo su contenido semanalmente. Para conocer la temperatura del suelo se instalaron sondas de temperatura a dos profundidades diferentes.

Superficie útil de cultivo en diferentes parcelas: 9 ha.

El suelo de cultivo es arcilloso, con una salinidad media alta y una profundidad efectiva de 2 m en unas parcelas e inferior a 0,5 m en algunas zonas de una de ellas.

### ***5.1.2. Acolchado plástico del suelo***

De las diferentes láminas plásticas utilizadas nos referiremos únicamente al denominado film de polietileno negro lineal de 300 galgas de espesor.

### ***5.1.3. Equipamiento de control***

Sondas de succión para el control de la solución del suelo, lo que permite realizar su análisis en todo momento y es de gran ayuda para optimizar la nutrición del cultivo.

Se realiza un seguimiento del pH y de la conductividad eléctrica tanto del agua de riego como de la solución nutritiva en el bulbo húmedo.

Existen diferentes grupos de tensiómetros a distintas profundidades para el control de la tensión de humedad del suelo. Con ello se pretende mantener la misma tensión de humedad en los diferentes tratamientos y en los testigos y utilizar la información para la programación del riego.

El control de la temperatura se realiza mediante sondas a diferentes profundidades y en el ambiente.

Se realizan controles de la concentración de oxígeno en el agua de riego y en la solución nutritiva recogida en las sondas de succión.

Se realiza un seguimiento del consumo de agua diario.

**5.1.4. Clima de la zona**

Las características fundamentales del clima de la zona son las que se indican en el cuadro 1, pudiendo decir que el efecto de la lluvia sobre el cultivo fue muy reducido, debido precisamente a la dificultad de penetración del agua de lluvia en la zona explorada por las raíces, debido a la existencia de la cobertura plástica y de pendiente en las calles para poder recoger el agua de lluvia, a fin de mejorar la calidad del agua recibida para riego (residual depurada fundamentalmente), que durante los primeros cuatro años tuvo una CE superior a 3,5 dS/m a 25°C, habiéndose obtenido mezclas de unos 2,5 dS/m en los siguientes años.

**CUADRO 1: Datos climáticos de la zona**

año	TEMPERATURA (°C)					HUMEDAD (%)					VIENTO (m/seg)		PLUVIO. (mm)		RAD. (w/m <sup>2</sup> )	
	MED	MAX	MIN	MAX ABS	MIN ABS	MED	MAX	MIN	MAX ABS	MIN ABS	MED	MAX	TOT	MAX	MED	HSOL
2002	18,6	26,1	11,2	29,0	9,0	55,1	64,9	42,6	88,8	22,9	1,8	2,1	251	58,0	202	3455
2003	18,8	28,4	10,9	31,9	5,0	55,0	65,6	44,6	88,9	22,5	1,9	2,8	246	73,8	201	3361
2004	18,4	27,9	11,5	31,7	5,5	55,4	64,0	46,1	86,9	21,3	1,9	2,8	395	90,2	200	3370
2005	17,8	27,2	9,4	31,2	1,7	53,8	64,9	46,8	84,9	23,0	1,9	2,6	177	42,6	206	3499
2006	18,8	27,9	9,3	31,4	1,6	55,9	65,5	45,6	88,5	27,7	1,7	2,4	307	69,0	201	3376

**CUADRO 2: Precipitación media y la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) media para el periodo 2002-06.**

Mes	ET <sub>o</sub> Penman-Monteith (mm)							Precipitación (mm)						
	2002	2003	2004	2005	2006	Media	2002	2003	2004	2005	2006	Media		
Enero	1,55	2,5	2,58	2,03	1,47	2,03	12,4	4,2	4,2	0,8	54,6	15,24		
Febrero	2,57	2,16	1,97	2,37	2,12	2,24	0,2	30,8	59,8	42,6	19,8	30,64		
Marzo	2,72	2,99	2,89	3,02	3,98	3,12	31,8	8	59,2	13,6	4	23,32		
Abril	3,3	4,25	4,06	4,68	4,46	4,15	58	17	90,2	19,2	23,2	41,52		
Mayo	4,56	5,18	4,61	5,61	5,04	5	30,6	31,4	56,6	1,6	68,6	37,76		
Junio	6,43	6,5	6,22	6,43	5,97	6,31	7,6	9,6	26,2	5,2	4	10,52		
Julio	6,21	6,68	6,2	6,46	5,23	6,16	13	2,2	0,2	0,4	0,6	3,28		
Agosto	5,16	5,99	5,76	5,24	5,23	5,48	30,2	6,2	14,2	10	1,8	12,48		
Septiembre	3,92	4,07	3,98	4,07	5,2	4,25	4,2	10	12,8	31,8	51,6	22,08		
Octubre	2,76	2,43	2,93	2,51	3,19	2,76	8	73,8	1,8	8,6	2,4	18,92		
Noviembre	2,24	1,56	1,94	1,8	2,17	1,94	26,6	22,6	11,8	31	69	32,2		
Diciembre	1,57	1,64	1,87	1,53	2,54	1,83	28,6	29,8	58,4	12,2	7,4	27,28		
Total	43	46	45	45,8	46,6	45,27	251	246	395	177	307	275,2		



## 5.2. Material vegetal y características principales de la plantación de mandarinos

La especie utilizada es *Citrus reticulata* Blanco, variedad Clemenrubí (Pri-23). Esta variedad pertenece al grupo de las clementinas y es la más temprana de este grupo en la actualidad, siendo de reciente obtención; su recolección se realiza en el mes de septiembre y mediante el sistema de cultivo proyectado se espera no sólo incrementar la producción y la calidad sino también conseguir un adelanto en la época de recolección.

Fecha de plantación: 30 de abril de 2005.

El cultivo se realiza sobre mesetas.

El marco de plantación es de 5 x 3 m.

El sistema de riego es por goteo, utilizándose 2 goteros autocompensantes y antidrenantes de 4 l/h por cada planta.

La superficie útil de cultivo será de 2,5 ha.

El cultivo se realiza en un invernáculo construido mediante tubo de acero galvanizado y mallas blancas.

### 5.2.1. Invernáculo

Las características fundamentales del invernáculo son:

- Tubo exterior del perímetro de diámetro 90 mm y 3 mm de espesor de pared, con 5 m de altura total y 4,5 m sobre la superficie del terreno, con hoyos de hormigonado de 1 m de profundidad y separación de 5 m entre ellos. El hormigón usado en la cimentación es de 200 Kp/cm<sup>2</sup> de resistencia.
- Tubo interior de semicentros de diámetro 76 mm y 2 mm de espesor de pared, con 6 m de altura total y 5,5 m sobre la superficie del terreno con hoyos de hormigonado de unos 0,8 m de profundidad, separados 5 m en las calles y 8 m en las filas.
- Tubos de 76x2 mm de diámetro y espesor de pared, para laterales de bandas, colocados verticalmente y separados 10 m entre sí, soldados a los de 90 mm del perímetro indicados anteriormente y a los de 76 mm de semicentros también citados anteriormente.
- Tipo de cableado: cable en perímetro exterior de 8 mm, cable interior de lome-ras de 6 mm, cable interior zig-zag de 5 mm y cable de apertura de 4 mm. Estos cables serán tipo maroma.
- Alambre dulce de 4,40 mm para “corbatas”.
- Malla del 6x6 mosquitera blanca para techo y del 6x9 mosquitera blanca para bandas. Las mallas de las bandas podrán elevarse hasta una altura de 4 m.

### 5.2.3. Acolchado plástico del suelo

El acolchado de las mesetas de cultivo se ha realizado mediante lámina de polietileno negro lineal de 400 galgas de espesor.

### 5.2.4. Equipamiento de control y clima de la zona

Igual al indicado en 5.1.3 y 5.1.4, respectivamente.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se exponen a continuación se refieren especialmente al consumo de agua y a la productividad obtenida en ambas plantaciones.

### 6.1. Ciruelo

Antes de exponer los resultados del consumo de agua durante los años del experimento, debemos aclarar que la plantación se realizó el 5 y 6 de julio de 2002 con plántones procedentes de un vivero comercial.

**CUADRO 3: Consumo de agua y producciones desde 2003 hasta 2007**

Año	2003	2004	2005	2006	2007
m <sup>3</sup> /ha-año	1.012,8	806,6	1.486,6	1.488,6	1.700*
Producción (t/ha)	0	3.500 <sup>1</sup>	7.163	18.824	17.730 <sup>2</sup>

\*: Consumo de agua estimado de enero hasta diciembre de 2007.

1: Producción estimada (una parte no se recolectó por pedrisco)

2: La producción se redujo un 50% en el conjunto de la zona de cultivo por fuertes vientos continuados durante el cuajado del fruto.

En el cuadro 3 se observa que en 2003 el agua aportada al cultivo fue superior a la utilizada en 2004, lo que se debió a un mejor manejo del sistema en 2004.

La técnica descrita podría mejorarse utilizando técnicas complementarias a ésta, bien mediante el uso de productos capaces de retener la humedad en el suelo (superabsorbentes), o bien utilizando productos que facilitan la penetración del agua en el mismo (surfactantes), así como los fundamentos del riego deficitario controlado.

Cuando se utilizan aguas con un elevado contenido salino, se ha comprobado la progresiva salinización del suelo, aunque también se ha podido recuperar el nivel salino de éste dando adecuados riegos de lavado.

Aunque la experiencia sobre el sistema está limitada a sólo 5 años, se puede asegurar su funcionamiento con reducciones muy importantes en el uso de agua de riego.

Otro aspecto de gran interés es la precocidad en la cosecha, especialmente en el cultivo de variedades tempranas como es el caso de ciruela 606, cuya recolección finaliza en la última decena de mayo con esta técnica y en las condiciones descritas, produciéndose un adelanto de unos 15 días respecto al testigo.

Aunque en el 5º año de cultivo se ha obtenido una producción ligeramente inferior a la del 4º año, se considera que el árbol ya ha alcanzado la plena producción, estimándose que en las condiciones de cultivo descritas se podrían alcanzar unos 25.000 Kg de fruta por ha con un consumo estimado de 1.700 m<sup>3</sup>/ha. Sin embargo, en cultivo tradicional, considerando que en plena producción se alcanzase una producción similar, el consumo de agua en la zona es de unos 7.000 m<sup>3</sup>/ha cuando se utiliza agua de buena calidad, cantidad que puede aumentarse hasta los 8.000 m<sup>3</sup>/ha con aguas de mediocre calidad.

Como puede comprobarse el ahorro de agua con la nueva técnica y en las condiciones de estudio supera el 70%.

El consumo de agua por cada Kg de fruta producido es un parámetro que mide la eficiencia del agua utilizada y que es de gran interés cuando este recurso es escaso. En el caso de la variedad cultivada y en las condiciones de cultivo se estima que el potencial productivo es superior a los 33.000 Kg/ha. Considerando que en nuestro caso, en el que se utilizan aguas mediocres se obtengan unos 25.000 Kg/ha y que el consumo de agua no sobrepasará los 1.700 m<sup>3</sup>/ha, la eficiencia del agua de riego se estima en 14,7 Kg/m<sup>3</sup>, cantidad muy superior a la que se obtiene en cultivo tradicional donde se obtiene una eficiencia de 3,6 Kg/m<sup>3</sup> con agua de buena calidad y de 2,5 Kg/m<sup>3</sup> con agua de calidad mediocre, en las mejores condiciones.

Estas eficiencias contrastan con las obtenidas en peral aplicando técnicas de riego deficitario controlado (22 Kg/m<sup>3</sup>) frente al control (12,5 Kg/m<sup>3</sup>) (Mitchell *et al.*, 1986), según Sánchez Blanco y Torrecillas (1995).

En otros frutales, como es el caso de la higuera, la eficiencia es también muy variable dependiendo del sistema de cultivo; así cuando se trata de cultivo tradicional la eficiencia se cifra en 0,8 Kg/m<sup>3</sup>, elevándose hasta 7,9 Kg/m<sup>3</sup> cuando se cultiva en invernadero mediante el sistema de cultivo sin suelo (Melgarejo *et al.*, 2007).



Fotografía 1. Ciruelos en 2002



Fotografía 2. Ciruelos en 2004

## 6.2. Mandarino

**CUADRO 4: Consumo de agua y producciones desde 2005 hasta 2007**

Año	2005	2006	2007
m <sup>3</sup> /ha-año	895,4	960,5	1.418*
Producción (t/ha)	0	2.400	9.324 <sup>1</sup>

La plantación se realizó el 30 de abril de 2005.

\*: Estimación hecha en julio de 2007

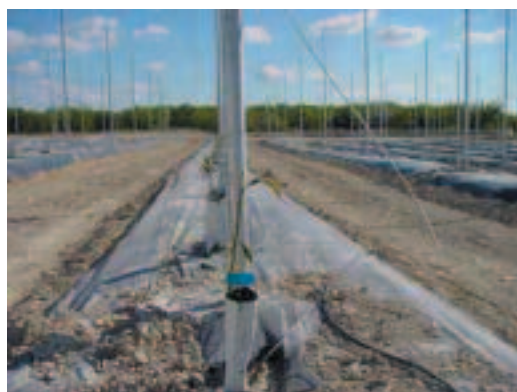
1: Hubo una fuerte caída de frutos por fallo en el sistema de fertilización durante el periodo de cuajado.

En el cuadro 4 se observa que la primera cosecha se obtuvo al año siguiente de la plantación, recolectándose la misma en la primera quincena de septiembre, aunque ésta puede realizarse desde finales de agosto. En una plantación realizada en el mismo mes de abril de 2005, cultivada bajo mallas, con mesetas y con idéntico patrón y variedad, pero sin cobertura plástica, no se obtuvo cosecha en 2006 y la cosecha en 2007 es de aproximadamente del 50% de la esperada en la plantación con cobertura plástica. Asimismo con el nuevo sistema se obtiene mayor tamaño de frutos y mayor precocidad, aspectos comprobados mediante los árboles testigo en la misma plantación como por comparaciones realizadas con otras plantaciones que no utilizan la cobertura plástica.

El ahorro de agua obtenido es importante, tal como también comprobó Talón *et al.* (2004), y en nuestro caso puede asegurarse, a pesar del corto periodo de ensayo, que los ahorros de agua superan el 60%.

El crecimiento de los árboles con cobertura plástica es significativamente superior al de los árboles testigo, aunque en los segundos se utilizaron volúmenes de agua muy superiores (los testigos recibieron entre un 100 y un 150% más de agua que los árboles con cobertura plástica).

En el caso de la variedad cultivada y en las condiciones de cultivo se estima que el potencial productivo es superior a los 70.000 Kg/ha. Considerando que en nuestro caso, en el que se utilizan aguas mediocres se obtengan unos 60.000 Kg/ha en plena producción y que el consumo de agua no sobrepasará los 3.000 m<sup>3</sup>/ha, la eficiencia del agua



Fotografía 3. Plantación de mandarinos en 2005.  
Invernáculo en construcción



Fotografía 4. Mandarinos en 2006



Fotografía 5. Vista del invernáculo desde el exterior en 2006



Fotografía 6. Mandarinos en 2007

de riego se estima en  $20 \text{ Kg/m}^3$ , cantidad muy superior a la que se obtiene en cultivo tradicional donde la eficiencia está entorno a  $7,5 \text{ Kg/m}^3$  con agua de buena calidad y no sobrepasa los  $5,5 \text{ Kg/m}^3$  con agua de calidad mediocre.

Durante el primer y segundo año de cultivo se utilizaron aguas residuales depuradas con una salinidad inapropiada para el cultivo de los cítricos ( $>3 \text{ dS/m}$ ), sin que éstos mostrasen los síntomas propios del uso de este tipo de aguas.

## 7. CONCLUSIONES

- 1ª. El sistema de cobertura plástica del suelo ha demostrado la posibilidad de reducir drásticamente los consumos de agua de riego en fruticultura, aunque conviene seguir estudiándolo a más largo plazo.
- 2ª. El sistema descrito permite utilizar aguas de peor calidad.
- 3ª. El acolchado plástico del suelo permite superar periodos con falta de agua con menores repercusiones negativas para la plantación.
- 4ª. Con este sistema se obtiene mayor crecimiento de las plantas, acortándose el periodo improductivo y mayor precocidad de la cosecha.
- 5ª. El sistema permite obtener un gran ahorro energético en el sistema de bombeo y filtrado.
- 6ª. Las condiciones reductoras permiten obtener importantes ahorros en quelatos de hierro, que son imprescindibles en los suelos del Sureste español.
- 7ª. El sistema puede mejorarse utilizando otros productos y técnicas disponibles en la actualidad.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Melgarejo, P.; Martínez, J.; Martínez, J.J.; Martínez Valero, R. y Amorós, A. 1998. *Estudio de la capacidad de enraizamiento de once clones de granado (Punica granatum L.), utiando latécnica de acolchado del suelo*. I Symposium Internacional sobre el granado. Orihuela (Alicante).
- Melgarejo, P. 2005. *Nuevas técnicas para el ahorro de agua en fruticultura*. Conferencia. Universidad Miguel Hernández.
- Melgarejo, P.; Martínez, J.J.; Hernández, F.; Salazar, D.M. y Martínez, R. *Preliminary results on fig soil-less culture*. 2007. *Scientia Horticulturae*. 11, 255-259.
- Ferrer Talón, P. J., Villalba Buendía, D., García Tarín, A. 2004. *Efectos en el cultivo de los cítricos del acolchado del suelo con plástico negro*. Fruticultura profesional Enero/Febrero 2004.
- Sánchez Blanco, M.J. y Torrecillas, A. 1995. *Aspectos relacionados con la utilización de estrategias de riego deficitario controlado en cultivos leñosos*. Colección cuadernos Value 1. Mundi Prensa/Unión europea, pp.43-46.