

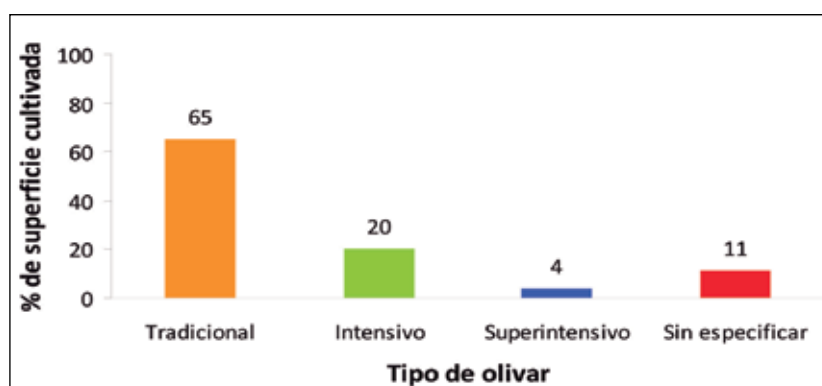
5. OLIVICULTURA DE REGADÍO EN EXTREMADURA: DEL OLIVAR TRADICIONAL AL SUPERINTENSIVO

*M^a del Henar Prieto Losada
Juan Manuel Pérez Rodríguez
Encarnación Lara Carrasco*

1. INTRODUCCIÓN

El olivar es el cultivo leñoso de mayor superficie agrícola en Extremadura, con 274.374 ha (ESYRCE, 2016). A pesar de que durante años ha sido un cultivo tradicional de secano, en la actualidad ocupa en esta región la segunda posición en cuanto a superficie de regadío con 48.757 ha, detrás del maíz (54.783 ha), según la encuesta ESYRCE correspondiente al año 2016. Se trata sin duda de un caso singular en la agricultura ya que la aparición de nuevos sistemas de cultivo no ha supuesto la sustitución y retroceso de los anteriores, de forma que en la actualidad encontramos en explotación sistemas tradicionales, junto con olivares intensivos y superintensivo o en seto. En el gráfico 1 se puede ver como en el año 2012 (ESYRCE, 2012) el olivar tradicional seguía ocupando el 65% de la superficie de cultivo, frente a otros sistemas, con superficies sensiblemente menores, aunque en crecimiento. Esta coexistencia ha sido posible gracias a que, paralelamente a la aparición de nuevas opciones más tecnificadas, se han introducido innovaciones en los sistemas tradicionales que han hecho posible mantener la rentabilidad de los mismos.

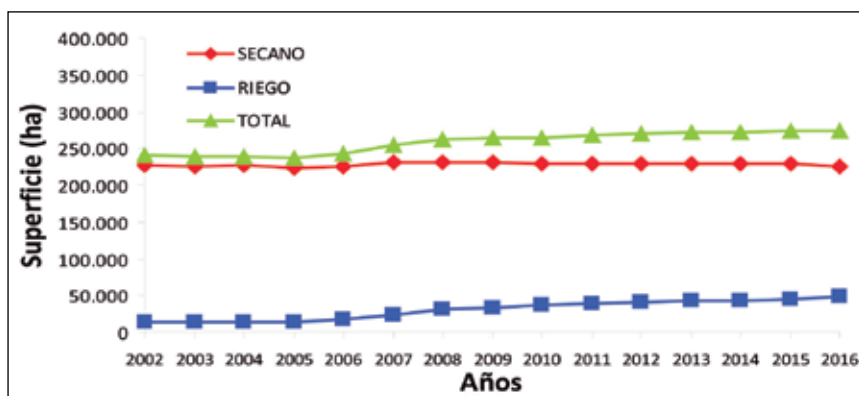
GRÁFICO 1: Superficie de los distintos tipos de olivar cultivados en el año 2012 en Extremadura



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ESYRCE, 2012.

El riego ha tenido mucho que ver en esta transformación del olivar, ya que ha abierto el camino a la intensificación y posterior mecanización, pero también ha supuesto el incremento del potencial productivo de plantaciones tradicionales hasta límites “a priori” inalcanzables. En el gráfico 2 vemos que el incremento en la superficie de olivar en Extremadura en los últimos 10 años se ha producido gracias a nuevas plantaciones en regadío.

GRÁFICO 2: Evolución de la superficie de olivar en Extremadura en secano y riego (2000-2016)



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de las encuestas ESYRCE

En el CICYTEX¹ se iniciaron los trabajos de investigación en olivar en el año 1998 y a lo largo de estos 19 años se han realizado experiencias en los diferentes sistemas de cultivo, demostrándose que en cada uno de ellos es posible conseguir buenos resultados con una adecuación de las prácticas de cultivo a las condiciones agroclimáticas. En este capítulo se hará un repaso de estas experiencias que nos llevan desde el olivar tradicional de secano hasta el superintensivo, incidiendo principalmente en dos prácticas fundamentales: el riego y la poda. Cada uno de estos trabajos ha sido pionero en su momento y, a día de hoy, aportan una información sólida y contrastada con ensayos de media y larga duración con el atractivo de haber sido realizados en Extremadura y, por tanto, adaptados a estas condiciones de cultivo.

2. LA PRODUCTIVIDAD EN LOS OLIVARES

La producción de un olivar depende de la capacidad de los árboles para captar la energía procedente del sol y de la “habilidad” para transformarla en asimilados que alimentarán tanto los órganos vegetativos del árbol como las aceitunas. La cantidad de energía capturada depen-

1 CICYTEX: Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura

de del volumen de copa; luego una estrategia para incrementar la producción es aumentar el volumen de copa por unidad de superficie de suelo, lo que se puede conseguir con marcos de plantación más estrechos, y/o con volúmenes de copa más eficientes para la captación de radiación, lo que lleva a sistemas más intensivos. Una segunda opción es aumentar el tamaño de los árboles, modificando los criterios de poda y poniendo a disposición del árbol más recursos (hídricos y nutricionales) para sostenerla, o bien una mejor adaptación del criterio de poda a las condiciones agroclimáticas. Por otra parte, la capacidad de producir asimilados por cada unidad de radiación interceptada va a depender de la actividad fotosintética de la cubierta, en la que influyen aspectos como el estado hídrico, nutricional y sanitario de los árboles. Por lo tanto, disponemos de una serie de herramientas que correctamente utilizadas pueden incrementar la productividad del olivar: intensificación, transformación en riego y adecuación de las prácticas de cultivo a las condiciones del medio.

Cuando conseguimos que un sistema agrícola alcance la mayor productividad posible para unas determinadas condiciones agroclimáticas decimos que hemos llegado a su potencial productivo. Aunque “a priori” éste parece ser un objetivo deseable para los empresarios agrícolas, hay que tener en cuenta que el beneficio empresarial depende siempre del balance entre los ingresos obtenidos por la producción (kilos de aceite y precio unitario del mismo) y los gastos de explotación, a corto, medio y largo plazo. En este sentido disponer de información fiable de gastos e ingresos y resultados agronómicos resulta fundamental para cualquier análisis económico previo, así como para la gestión agronómica del cultivo.

3. POTENCIAL PRODUCTIVO DE OLIVARES TRADICIONALES

En el año 1998 se inició un ensayo sobre riego y poda, establecido en un olivar comercial tradicional de secano de la variedad “Picual” con un marco de plantación de 10 x 10 m, que se mantuvo a lo largo de 10 años (foto 1). El planteamiento del ensayo era determinar el potencial productivo de dicho olivar tanto en condiciones de secano, como tras la transformación en riego. En el caso del secano la cuestión fundamental era si las prácticas de poda eran las adecuadas para alcanzar la máxima producción posible. En el riego se ponía sobre la mesa la necesidad de modificar las prácticas de poda “tradicionales” para alcanzar el nuevo potencial productivo proporcionado por el riego. En ambos casos la estrategia para aumentar la producción era aumentar el volumen de copa productivo mediante podas mínimas cada 4 años y consistentes en limpieza de la copa (“no poda”), frente a las podas tradicionales y severas de la zona (“poda”). Así, los tratamientos realizados fueron: “riego no poda”, “riego poda”, “secano no poda” y “secano poda”. Como se puede ver en el gráfico 3 el mayor volumen de copa se consiguió en el caso del olivar de “riego no poda” y el menor en el “secano poda”, mientras que los otros dos tratamientos tuvieron volúmenes similares, intermedios con los anteriores.

FOTO 1: Olivar tradicional de secano var. “Picual” transformado en riego. Finca “Bercial”. Talavera la Real (Badajoz)

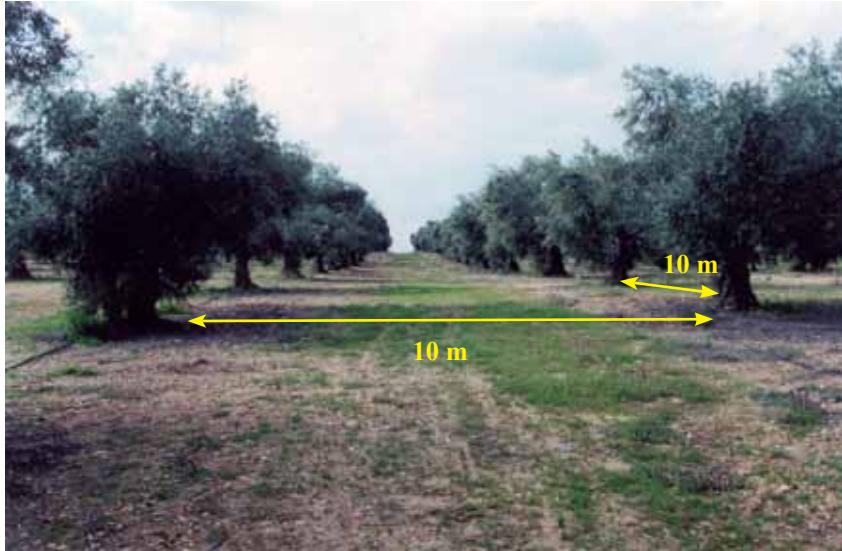
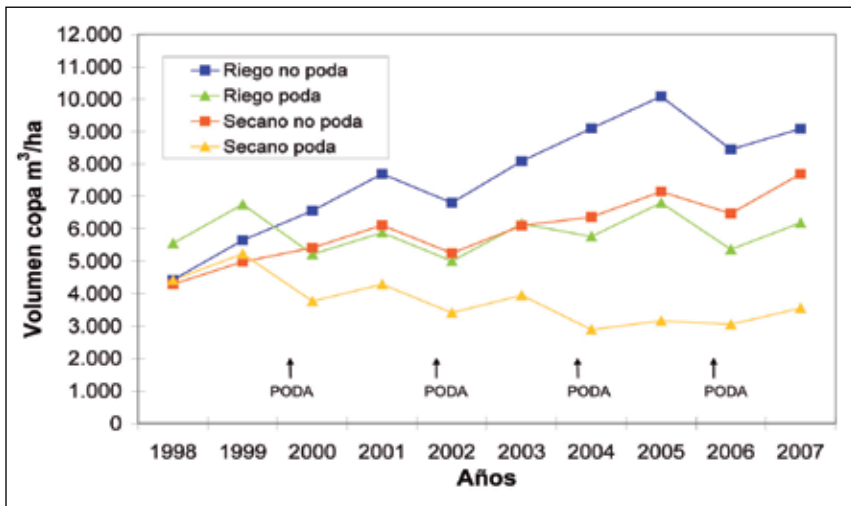


GRÁFICO 3: Evolución del volumen de copa en olivar tradicional var. “Picual” transformado a riego y con dos niveles de poda. Finca Bercial años 1998-2007.

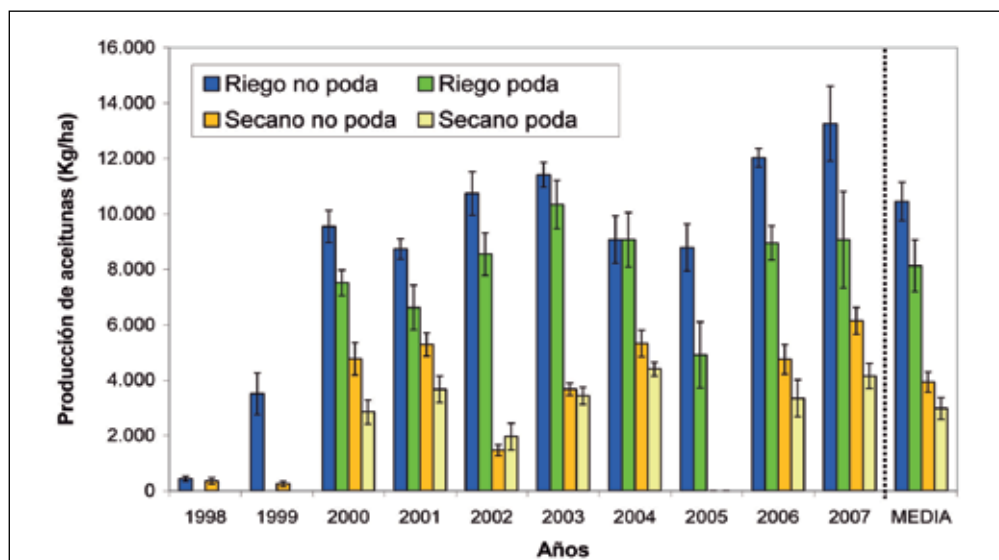


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los proyectos de investigación INIA CAO098-003 y PRI 2PRO2BO33.

El volumen de agua de riego utilizado fue muy variable cada año (cuadro 1), dependiendo de la climatología, pero en ningún caso llegó a los 3.000 m³/ha cantidad muy inferior a la de otros cultivos como frutales, maíz o tomate, habituales en los regadíos extremeños y la mitad de la dotación en parcela asignada por la Confederación Hidrográfica del Guadiana (BOE 19 enero 2016).

El impacto de estos tratamientos sobre la producción de aceituna se muestra en el gráfico 4 y sobre el contenido graso y producción de aceite en el cuadro 1. El riego incrementó de forma espectacular la productividad del olivar, situando el techo productivo por encima de los 12.000 kg/ha (años 2006 y 2007), en mayor medida cuando las prácticas de poda fueron mínimas, y se alcanzó mayor volumen de copa.

GRÁFICO 4: Evolución de la producción de aceitunas en olivar tradicional var. "Picual" transformado a riego y con dos niveles de poda. Finca Bercial años 1998-2007. Las barras representan el error estándar de la media.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los proyectos de investigación INIA CAO098-003 y PRI 2PRO2BO33.

*Nota: En el dato medio no se han incluido los 2 primeros años que solo se puso el riego.

Mantener tras la transformación a riego los mismos criterios de poda tradicionales, supuso todos los años pérdida de producción, que para la media de los 8 últimos años del ensayo se situó en el entorno a 1.800 kg/ha. En secano, los resultados demuestran que una poda menos severa incrementó las producciones casi todos los años y con una diferencia media de 1.000kg/ha. Estos mismos resultados en producción de aceituna, se mantienen al considerar la producción de aceite por hectárea (cuadro 1), ya que no siempre el contenido graso de las aceitunas fue mayor en secano, y cuando aumentó la riqueza en aceite, no llegó a compensar las diferencias en producción. Atendiendo a los valores medios del ensayo, el mayor contenido graso

se alcanzó en el tratamiento de “riego no poda”, seguido por el “secano poda”, con contenidos más bajo y similares entre sí en los dos tratamientos restantes. El paso del secano tradicional al “riego no poda” incrementó la producción media de aceite en 1.533 kg/ha que duplica la productividad inicial (756 kg/ha). Por tanto, cuanto transformamos un olivar tradicional a riego hay que modificar las prácticas de poda con intervenciones mínimas para obtener el máximo potencial productivo.

CUADRO 1: Evolución de las dotaciones hídricas y la cantidad de aceite obtenida en olivar tradicional var. “Picual” transformado a riego y con dos niveles de poda. Finca Bercial años 1998-2007. En la media letras distintas representan diferencias entre los tratamientos (P<0,05).

Tratamientos		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Media	
Dotación hídrica	Riego (m ³ /ha)	1.156	2.940	1.875	2.336	2.544	2.488	2.290	2.345	2.084	2.207	2.226	
	Lluvia (mm)	285	287	357	350	388	351	230	241	317	218	302	
Rendimiento graso (%)	Riego No poda	20,7	21,6	23,0	25,9	21,7	22,2	21,4	23,9	18,5	18,7	21,9	a
	Poda	----	----	20,6	22,0	20,6	20,0	19,3	19,3	19,0	19,3	20,0	c
	Secano No poda	24,7	24,4	17,2	26,2	25,9	22,0	18,7	----	15,6	17,9	20,5	c
	Poda	----	----	20,1	26,7	25,7	24,8	17,6	----	15,2	17,8	21,1	b
Producción aceite (Kg/ha)	Riego No poda	90	762	2.175	2.250	2.334	2.670	2.096	2.111	2.231	2.449	2.289	a
	Poda	----	----	1.542	1.468	1.759	1.906	2.061	1.000	1.726	1.796	1.657	b
	Secano No poda	92	62	817	1.376	368	888	948	----	741	742	840	c
	Poda	----	----	582	960	512	820	774	----	519	1.123	756	d

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del proyecto de investigación INIA CAO098-003 y PRI 2PRO2BO33.

*Nota: En el dato medio no se han incluido los 2 primeros años que solo se puso el riego.

4. EL OLIVAR INTENSIVO

Entre los años 2002 y 2004 se planteó en la finca La Orden (CICYTEX) (foto 2) un ensayo en un olivar experimental de la variedad “Morisca”, con un marco de plantación intensivo (6 x 4 m) con 4 tratamientos: un secano y tres tratamientos adicionales a los que se aportaba una cantidad creciente de agua de riego, estableciendo las dosis en función de las necesidades hídricas calculadas para el olivar o evapotranspiración del cultivo (ETc): 75% de la ETc; 100% de la ETc; 125% de la ETc. El objetivo de este ensayo era determinar la respuesta de un olivar intensivo frente a una aportación creciente de agua de riego para establecer una dosis recomendable.

Como se observa en el cuadro 2, el consumo medio de agua para cubrir las necesidades del olivar se situó en 3.500 m³/ha, superiores al olivar tradicional del apartado anterior; con un techo productivo medio de 13.100 kg/ha. En este caso se observó que el tratamiento en el que se aplicaba un volumen ligeramente inferior a las necesidades del olivar (T-75%), incrementaba el contenido graso en relación al secano y a tratamientos más regados, de forma que con una producción de aceituna inferior a los tratamientos más regados, alcanzaba la misma producción

de aceite (2.599 kg/ha) con dos ventajas claras: menores costes de producción (agua, fertilizantes, fitosanitarios, intensidad de poda) y menores costes de transporte y procesado de la materia prima.

FOTO 2: Olivar intensivo var. “Morisca”. Finca “La Orden”. Guadajira (Badajoz)



Este ensayo es un buen ejemplo del interés que tiene utilizar en el olivar estrategias de riego en las que los aportes de agua sean inferiores a las necesarias para cubrir completamente las necesidades hídricas de la plantación. En este caso se trata de “Estrategias de Riego Deficiente Sostenido” ya que se reduce a lo largo de todo el periodo de riego el agua aportada en un porcentaje en relación con una referencia, que en este caso fue la ETc.

CUADRO 2: Evolución de las dotaciones hídricas y la productividad de un olivar intensivo var. “Morisca” con diferentes niveles de riego. Finca La Orden años 2002-2004. Letras distintas representan diferencias entre los tratamientos (P<0,05).

TRATAMIENTOS	Riego	Lluvia	Producción aceituna	Rendimiento graso	Producción aceite
Media (2002-2004)	m ³ /ha	mm	kg/ha	(%)	kg/ha
125%	4.500		13.100	a	2.581
100%	3.500	316	12.400	a	2.678
75%	2.700		11.300	b	2.599
Secano		7.100	c	1.463

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del proyecto de investigación INIA RTA04-043-C3

Comparando estos resultados productivos con los obtenidos en la transformación a riego del olivar tradicional, resulta llamativo que el techo de producción no es muy diferente, pero es importante tener en cuenta que en ambos casos no se utilizó la misma variedad. “Morisca” es una variedad tradicional en Extremadura muy apreciada por la calidad del aceite, pero que tiene muy acentuada la alternancia de producción o vecería, muy característica del olivo, pero más pronunciada en algunas variedades como esta. Además presenta algunos problemas de cuajado que pueden limitar la producción, por lo que es razonable esperar mejores resultados en el sistema intensivo utilizando variedades más productivas, como la propia variedad “Picual”.

5. EL OLIVAR SUPERINTENSIVO

Aunque las primeras experiencias con sistemas superintensivos en cultivos leñosos se realizaron con especies frutales, ha sido en la olivicultura donde ha alcanzado su mayor éxito. El olivar superintensivo ha revolucionado la olivicultura y ha servido de ejemplo para otras especies como el almendro. Las características que lo hacen tan atractivo son: rápida entrada en producción, altas producciones y casi total mecanización de las operaciones culturales más costosas, poda y recolección. Aunque el sistema superintensivo llegó de la mano del riego, también se está estudiando el interés para condiciones de secanos favorables. Aunque se sabe de antemano que estas últimas tendrán un techo productivo inferior a las regadas, podría tener interés al tener bajos costes de mantenimiento y mayores producciones que sistemas tradicionales, lo que a medio y largo plazo podría compensar la mayor inversión inicial. En contra del superintensivo están los altos costes de establecimiento y el control del vigor, que en las primeras plantaciones llegaba a limitar la vida útil del olivar hasta niveles que comprometían la rentabilidad de la inversión. La obtención de materiales vegetales menos vigorosos, junto con mejoras en las prácticas de poda y la adopción de una estrategia de riego adecuada, son los enfoques que se han planteado para solventar este último aspecto.

En el año 2009 se inició un ensayo de olivar en seto, con un marco de 1,35 x 3,75 m de la variedad “Arbequina” con riego localizado por goteo en una parcela experimental de la finca “La Orden”, que se mantiene hasta la actualidad (foto 3). El planteamiento inicial del ensayo era explorar la posibilidad de efectuar un control del vigor de las plantaciones mediante la utilización de estrategias de riego deficitario desde el establecimiento del olivar, diferenciando en dos fases de desarrollo del cultivo (etapa joven y adulta) y determinar el efecto sobre la evolución y vida útil de la plantación.

Este ensayo se inició cuando los árboles contaban con un año de edad tras la plantación y donde se establecieron 4 tratamientos de riego. Un control regado para satisfacer plenamente las necesidades hídricas de los árboles y tres tratamientos que recibían aportes de riego inferiores a dichas necesidades, de forma que los árboles atravesaban por periodos de estrés hídrico, más severos en el caso del tratamiento RDC-3; ligero en RDC-1 e intermedio en RDC-2. En este ensayo se trabajó con lo que se conocen como Estrategias de Riego Deficitario Controlado (RDC), que consisten en inducir un estrés más severo en periodos menos sensibles del cultivo, que en el caso de la aceituna de almazara es en el periodo posterior al cuajado y anterior al inicio de la acumulación de aceite. En Extremadura esta fase coincide con los meses de julio y agosto.

Por otra parte, el estrés debe ser más ligero o nulo en periodos más sensibles como floración y cuajado o la fase de mayor acumulación de aceite. El objetivo final era identificar la estrategia más adecuada para cada etapa de desarrollo del cultivo (etapa joven y adulta) y para compatibilizar una buena producción con el control del vigor y un uso eficiente del agua de riego para este sistema productivo.

FOTO 3: Olivar en seto var. “Arbequina” en fase joven (a) y adulta (b). Finca “La Orden”. Guadajira (Badajoz)

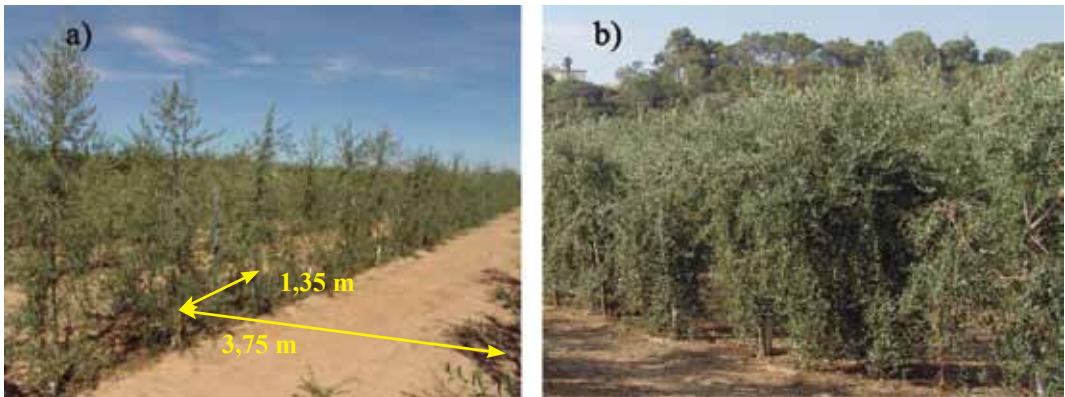
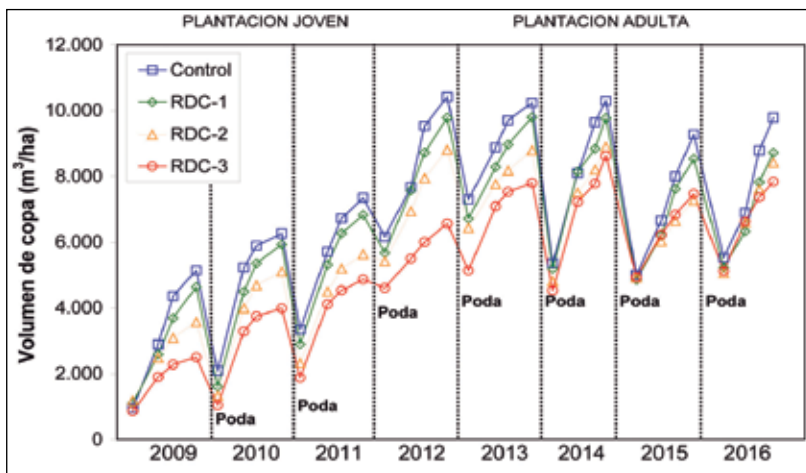


GRÁFICO 5: Evolución del volumen de copa en olivar en seto var. “Arbequina” para diferentes tratamientos de riego desde su plantación. Finca la Orden-CICYTEX 2009-2016.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los proyectos INIA RTA2008- 00033-C02-02 e INIA RTA2012- 00018-C02-02

En el gráfico 5 se presenta la evolución de las copas, que fue creciente en los primeros años, teniendo en cuenta que al inicio del ensayo los árboles contaban con un año. Los tres tratamientos más regados alcanzaron un volumen de copa estable en el año 2012, mientras que el tratamiento menos regado necesitó un año más. RDC-2 y RDC-3 se estabilizaron en volúmenes algo inferiores a los dos tratamientos más regados. En este caso el consumo de agua en el tratamiento control fue similar a otros cultivos de verano, pero las estrategias deficitarias permitieron reducir de forma considerable estos consumos.

Como puede verse en el cuadro 3, se han agrupado los resultados en 2 etapas: una etapa joven que comprende los 4 primeros años, en la que los árboles aún no han llegado al pleno desarrollo de la copa, que corresponde con el periodo de entrada en producción; y una etapa adulta. Si nos fijamos en la segunda de ellas, las mayores producciones de aceituna se obtuvieron en el tratamiento más regado, el descenso en la producción en RDC-1 fue ligero, de forma que en ningún año las diferencias con el control llegaron a ser significativas. Sin embargo, las dos estrategias más deficitarias y con alta pérdida productiva, alcanzaron contenidos grasos más altos, acortando las distancias con los otros dos tratamientos al comparar la producción de aceite por hectárea.

CUADRO 3: Evolución de las dotaciones hídricas y la productividad de un olivar en seto var. “Arbequina” con diferentes niveles de riego y para dos fases de desarrollo. Finca La Orden 2009-2016. Letras distintas representan diferencias entre los tratamientos (P<0,05).

Fases de desarrollo	Tratamientos riego	Riego m ³ /ha	lluvia mm	Producción aceitunas Kg/ha		Rendimiento graso (%)		Producción aceite Kg/ha	
Etapa joven (2009-2011)	Control	3.900		10.925	a	20,8	b	2.276	a
	RDC-1	2.500	372	9.133	a	21,4	b	1.951	a
	RDC-2	1.000		7.025	b	23,5	a	1.648	b
	RDC-3	400		4.930	c	23,0	a	1.132	c
Etapa adulta (2012-2016)	Control	5.000		17.715	a	15,5	a	2.749	a
	RDC-1	3.200	301	16.660	a	16,3	a	2.719	a
	RDC-2	1.400		12.302	b	18,1	b	2.228	b
	RDC-3	500		11.793	b	18,7	b	2.208	b

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los proyectos INIA RTA2008- 00033-C02-02 e INIA RTA2012- 00018-C02-02

Es importante hacer algunas consideraciones en relación con estos resultados. Por una parte, destacar las altas producciones alcanzadas en todos los casos, con un techo situado en torno a los 25.000 kg/ha de aceituna, pero valorar también las diferencias en cuanto a los aportes de agua en cada caso, así como de otras prácticas de cultivo. Disponer de copas más pequeñas o menos densas, facilita los tratamientos, reduce las necesidades de fertilizantes y reduce la intensidad de la poda, y probablemente tenga efectos positivos a más largo plazo, aspecto que se evaluará en los próximos años de la plantación. En RDC-2 el agua aplicada en la etapa adulta

fue de 1.400 m³/ha al año, con un descenso del 15% de la producción de aceite en relación con el tratamiento más productivo y RDC-3 con 500 m³/ha, la pérdida fue solo del 20%.

Estos resultados demuestran que las estrategias de riego deficitario controlado hacen posible compatibilizar altas producciones con aportaciones de agua de riego moderadas. Cuando se utilizan estas estrategias, es importante tener en cuenta que la respuesta puede ser diferente en función de las condiciones agroclimáticas: hay que valorar los aportes de agua de lluvia y la capacidad de retención de agua del suelo, que determinarían la cantidad de dicho aporte disponible para la planta. Por otra parte, la etapa de desarrollo del cultivo es de especial importancia a la hora de seleccionar la intensidad del riego deficitario aplicado, siendo recomendado un nivel ligero para los primeros años y para la fase adulta, estrategias moderadas que combinen una ligera pérdida de producción con mayor rendimiento graso y menores costes de cultivo.

6. EL RIEGO Y LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE

El régimen de riego adoptado para el olivar y en consecuencia el estado hídrico soportado por los árboles a lo largo del ciclo productivo provoca diferencias en las características de los aceites obtenidos. En los ensayos descritos anteriormente con tres variedades diferentes (Picual, Morisca y Arbequina) y diferentes sistemas productivos, hay una respuesta común: el régimen hídrico no modifica los parámetros fisicoquímicos como para cambiar la categoría del aceite (acidez, índice de peróxidos y K_{225} y K_{232}), pero sí afecta a la composición de los ácidos grasos aunque sin provocar cambios significativos dentro los márgenes establecidos para cada variedad. Sin embargo, el déficit hídrico afecta al contenido de antioxidantes, incrementando el contenido de pigmentos, polifenoles y aroma. Como consecuencia, los aceites varían en color, sabor, olor, estabilidad y características funcionales. Sin embargo, aunque algunos aspectos, como la mayor estabilidad oxidativa son claramente positivos, otros atributos tienen un carácter más subjetivo, que va a depender de la variedad y del gusto de los consumidores. Para ilustrar este aspecto, en el cuadro 4 se presenta como ejemplo el contenido en polifenoles y la estabilidad oxidativa y el perfil de cata de los aceites obtenidos con los diferentes tratamientos de riego en el olivar tradicional (Picual), intensivo (Morisca) y superintensivo (Arbequina). En cada uno de los ensayos, los valores medios obtenidos en polifenoles y estabilidad son muy diferentes, ya que tienen un marcado carácter varietal. En todos los casos el estrés hídrico moderado a severo incrementa el contenido en los primeros y da lugar a aceites más estables, que puede ser de gran interés en variedades como “Morisca” y “Arbequina”, poco estables. En cuanto a la valoración de la cata, el aceite procedente del secano tiene más acentuadas las notas picante y amargo, mientras que en los tres casos el régimen hídrico apenas afectó al frutado. Acentuar los componentes picante y amargo puede ser interesante en aceites “suaves” como los de Arbequina o Morisca y, tal vez en el caso de Picual, puede ser interesante “suavizar” el amargor si se dirige la producción a mercados poco habituados a sabores intensos en el aceite. Por lo tanto, el riego se convierte en una herramienta interesante para la producción de aceites con un determinado perfil.

CUADRO 4: Características de los aceites en diferentes tipo de olivar, variedades (Picual, Morisca y Arbequina) con diferentes niveles de riego. Letras distintas representan diferencias entre los tratamientos (P<0,05).

Tipo de olivar	Tratamientos	Polifenoles	Estabilidad oxidativa		Análisis sensorial						
		ppm	horas rancimat	Frutado	Amargo	Picante					
TRADICIONAL (2002-2004)	125%	265	d	118	b	5,0	a	4,0	b	2,9	b
	100%	350	c	120	b	5,2	a	4,4	b	2,9	b
	75%	581	b	165	a	4,8	a	5,1	a	2,6	b
	Secano	1046	a	170	a	5,2	a	7,7	a	4,7	a
INTENSIVO (2002-2004)	125%	312	c	31	c	4,7	a	3,6	b	3,3	c
	100%	334	c	30	c	4,8	a	3,0	b	3,0	c
	75%	397	b	39	b	4,4	a	5,0	a	4,5	b
	Secano	690	a	55	a	4,2	a	6,3	a	6,1	a
SETO (2009-2011)	Control	185	d	9	b	4,6	a	2,2	b	2,6	c
	RDC-1	240	c	9	b	4,7	a	2,5	b	3,2	b
	RDC-2	332	b	12	a	4,8	a	3,6	a	4,1	a
	RDC-3	389	a	13	a	4,9	a	3,8	a	4,2	a

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los proyectos INIA CAO098-003, INIA RTA04-043-C3 e INIA RTA2008- 00033-C02-02

7. EL OLIVAR SOSTENIBLE

En este punto es conveniente hacer referencia al denominado “Olivar Sostenible”. Aunque se trata de un concepto amplio que puede tener implicaciones a diferentes niveles, es indudable que aumentar la productividad del agua, entendida como kg de aceite por m³ de agua aplicada, así como reducir la aplicación de fitosanitarios y fertilizantes y el gasto energético asociado a las labores de cultivo, hacen al olivar económica y medioambientalmente más sostenible. Como hemos visto en los anteriores apartados, las estrategias de riego deficitario son una buena herramienta para racionalizar los olivares: se dirige el agua aplicada a favorecer la materia prima de interés, aceituna y contenido graso; en detrimento de desarrollos vegetativos excesivos que incrementan las necesidades nutricionales, las necesidades de poda y reducen la eficacia de los tratamientos sobre las copas. Por otra parte, una aplicación controlada de agua reduce problemas de arrastre de agroquímicos que contribuyen a la contaminación difusa.

En el cuadro 5 se presenta la eficiencia en el uso del agua media (EUA) para cada uno de los ensayos y para los respectivos tratamientos que se aplicaron en cada uno de ellos.

Aunque los resultados en cada sistema ensayado dependen en parte de las características productivas de cada una de las variedades, se observa que la mayor producción de aceite por m³ de agua disponible para el cultivo (incluidas riego y lluvia), se alcanzó en el olivar super-intensivo, el tratamiento menos regado, probablemente por disponer de una distribución más

eficiente del volumen de copa, desde el punto de vista de captación de radiación y favorecer las posiciones de fructificación.

CUADRO 5: Eficiencia del uso del agua (considerando agua aplicada + pluviometría) en diferentes tipos de olivar. Variedades (Picual, Morisca y Arbequina) con diferentes niveles de riego.

OLIVAR TRADICIONAL	EUA Kg/m ³	OLIVAR INTENSIVO	EUA Kg/m ³	OLIVAR SETO	EUA Kg/m ³
R NP	0,43	125%	0,33	Control	0,34
R P	0,31	100%	0,41	RDC-1	0,43
S NP	0,27	75%	0,44	RDC-2	0,50
S P	0,25	Secano	0,46	RDC-3	0,63

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los proyectos INIA CAO098-003, INIA RTA04-043-C3 e INIA RTA2008- 00033-C02-02.

EUA: Eficiencia Uso del Agua. **R:** Regadío. **S:** Secano. **NP:** No Poda. **P:** Poda

Un aspecto relevante es que, en la plantación tradicional, el riego mejoró la productividad del agua. Es decir, aliviar la severidad del estrés soportado por la plantación de secano, permitió al árbol un mejor aprovechamiento de la lluvia. Por otra parte, en las plantaciones intensivas y superintensivas la eficiencia se incrementó al reducir el aporte de agua de riego.

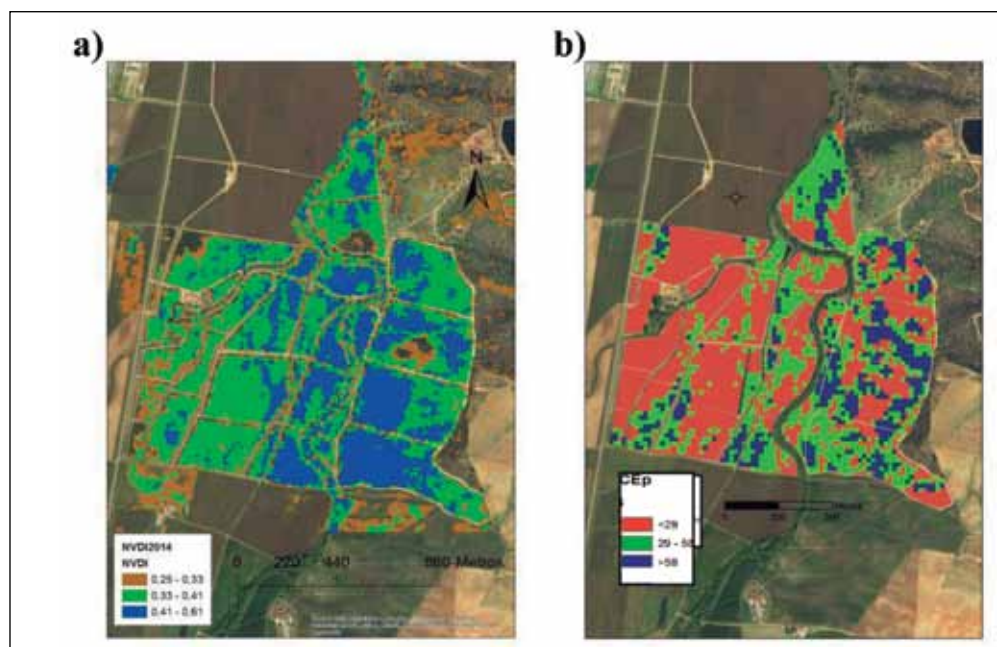
8. PERSPECTIVAS FUTURAS

Si tomamos como referencia la encuesta de superficies ESYRCES del MAGRAMA la producción media del olivar de secano en Extremadura en el año 2015 fue de 1.962 kg/ha y de 8.515 kg/ha en riego (valores obtenidos a partir de 386 y 73 parcelas comerciales respectivamente), que en ambos casos quedan por debajo de los valores obtenidos en los ensayos que se han presentado en este trabajo, independientemente del sistema productivo, lo que pone de manifiesto que queda mucho margen para incrementar la productividad. La clave estará en adoptar el sistema de producción más adecuado para cada situación, así como las prácticas agronómicas más recomendables, ya que el óptimo en cada caso será el que implique un mayor beneficio, con unas condiciones de producción sostenibles que garanticen la producción a corto, medio y largo plazo.

Uno de los grandes problemas y por el cual las medias productivas del olivar no coinciden con los ensayos realizados reside en la heterogeneidad de las parcelas comerciales. Estas fincas presentan suelos y desarrollos vegetativos muy diferentes y que hacen que haya zonas productivas diferenciadas que son gestionadas de la misma manera. La introducción de nuevas tecnologías en los olivares puede resultar de gran ayuda para el apoyo a la toma de decisiones, tanto con sistemas inteligentes que captan y procesan información de forma continua sobre as-

pectos como el clima, desarrollo de los árboles, el estado hídrico y la disponibilidad de agua en el suelo; como métodos masivos, que aportan información inmediata del suelo y la vegetación en el conjunto de la parcela en forma de mapas. Todo ello se integra en lo que se conoce como agricultura de precisión, un concepto que está revolucionando también la olivicultura.

GRÁFICO 6: Diferentes medidas realizadas para determinar la variabilidad espacial de una parcela comercial de olivar en seto var. “Arbequina” en finca Explojoz (La Albuera, Badajoz): Mapa de índice de variación de la vegetación o NVDI (a) y Mapa de la conductividad eléctrica del suelo (CE) (b).



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los proyectos INIA RTA2012- 00018-C02-02 y RTA 2013-00045-C04-02

En el gráfico 6 se muestra un trabajo realizado con técnicas de agricultura de precisión en una parcela de olivar superintensivo de variedad Arbequina de 180 ha en la finca conocida como “Explojoz”. El gráfico 6a muestra un análisis inicial sobre la parcela de una imagen de satélite en la cual se determinó el índice de vegetación normalizado (NVDI). Este índice está relacionado con el estado de desarrollo de la vegetación y permite conocer la variabilidad en las distintas zonas de la parcela. Presenta valores comprendidos entre 0 y 1, siendo de 0 a 0.2 valores de suelo sin cultivo y por encima de 0.2 valores de cultivo. Paralelamente se utilizó otra medida masiva para estudiar la variabilidad del suelo en la parcela, la conductividad aparente del suelo (CEa) medido con el sensor VERIS 3100 (gráfico 6b). Con esta información fue posible diferenciar las distintas zonas de la parcela, que en este caso fue de utilidad para interpretar la respuesta de la planta frente a una misma programación de riego. La combinación de ambas medidas (suelo y planta) resultaron útiles también para establecer los puntos de control para

dirigir la toma de decisiones en cuanto a programaciones de riego y analizar con medidas “in situ” la respuesta del cultivo. Estas herramientas, abren nuevas posibilidades en la olivicultura para ajustar las prácticas culturales a las características del conjunto de la parcela y de esta forma acortar las distancias entre las producciones potenciales y las reales a escala comercial en todos los sistemas de cultivo de olivar que conviven en la actualidad.

9. BIBLIOGRAFÍA

9.1 Bibliografía consultada

- ESYRCE. (2012). “Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de los Cultivos del MAPA”. <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/encuestacultivos/resultados.htm>
- ESYRCE. (2016). “Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de los Cultivos del MAPA”. <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/encuestacultivos/resultados.htm>

9.2 Referencias de interés

- Martín-Vertedor, A.I.; Prieto, M.H.; Pérez-Rodríguez, J.M. (2008). Irrigation scheduling of young olive trees “Morisca” with plant measurements.. *Acta Horticulturae* n° 792; pp. 441-447.
- Martín-Vertedor, A.I; Pérez-Rodríguez, J.M.; Prieto Losada, M.H.; Fereres Castiel, E. (2011). Interactive responses to water deficits and crop load in olive (*Olea Europaea* L. Cv. Morisca) I-Growth and Water Relations. *Agricultural Water Management* n°98; pp. 941-949
- Martín-Vertedor, A.I; Pérez-Rodríguez, J.M.; Prieto Losada, M.H.; Fereres Castiel, E. (2011). Interactive responses to water deficits and crop load in olive (*Olea Europaea* L. cv. Morisca) II-Water use, Fruit and oil yield. *Agricultural Water Management* n°98; pp. 950-958.
- Parras, J.; Prieto, M.H.; Lara, E.; Pérez-Rodríguez, J.M. (2016). Manejo de la poda de producción en plantaciones de olivar en seto. *Revista olint*, n° 30; pp. 39-45.
- Parras, J.; Lara, E; Prieto, M.H; Pérez-Rodríguez, J.M. (2016). Avances en el manejo de la poda en plantaciones de olivares en seto. *Revista Agricultura*, n° 995; pp. 422-428.
- Pérez- Rodríguez, J.M.; Prieto, M.H.; Moñino, M.J. (2004). Determinación del Potencial Productivo del Olivar Extremeño. *Vida Rural* n° 182; pp. 40-49.
- Pérez-Rodríguez, J.M.; Ruíz, M.I.; Parras, J.; Lara, E.; Prieto, M.H. (2012). La reducción del aporte de agua puede ser clave en la calidad de los aceites. *Revista Oleo*, n°149; pp. 39-43.
- Pérez-Rodríguez, J.M.; Prieto, M.H.; Parras, J.; Lara, E. (2014). Manejo del riego y la poda en plantaciones de olivar en seto. *Revista interempresas* n°1089; pp. 84-99.
- Prieto, M.H.; Pérez-Rodríguez, J.M.; Vivas, A. (2004). Riego en una plantación intensiva de olivar. *Revista Anfora* n° 2; pp. 20-22.

- Sena, E.; Perez-Rodriguez, J.M.; ·De Miguel, C.; Prieto, M.H.; Franco, M.N.; ·Cabrera, M.; ·Martin-Vertedor, D. (2017). Pigment Profile, Color and Antioxidant Capacity of Arbequina Virgin Olive Oils from Different Irrigation Treatments. *J Am Oil Chem Soc* n° 94; pp. 935-945.