

Densidades de plantación en **olivar** de regadío

El caso de las plantaciones superintensivas en Andalucía

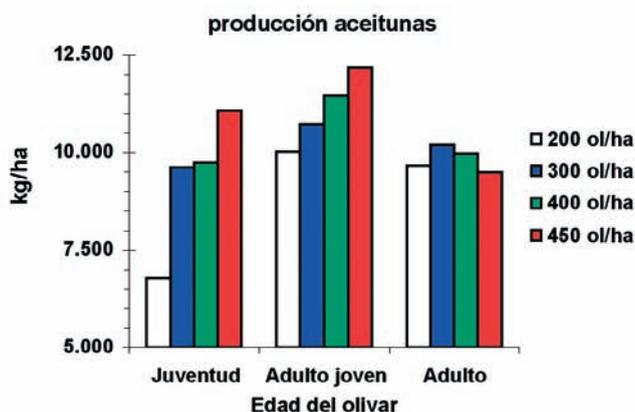
El nivel de conocimientos necesarios para la toma de decisión sobre las densidades a emplear en las nuevas plantaciones de olivar de regadío es, en estos momentos, más que suficiente, con óptimos agronómicos comprendidos, según la calidad del terreno, entre 250 y 400 olivos/ha. Sin embargo, en los últimos diez años, y cada vez con mayor frecuencia, surgen las denominadas plantaciones superintensivas de olivar, en las que se emplean densidades comprendidas entre 1.500 y 2.500 árboles/ha, con las que se pretende obtener a muy

corto plazo una producción abundante y conseguir la mecanización integral de la recolección de la aceituna, empleando para ello una máquina cosechadora, que permitiría reducir el empleo de mano de obra, minimizando los costes de cultivo. En este artículo presentamos los datos de un ensayo de campo realizado en Córdoba en el que se comparan diferentes densidades de plantación. Se evalúa la viabilidad agronómica y financiera de las plantaciones superintensivas de olivar en las condiciones agronómicas de Andalucía.

M. Pastor Muñoz-Cobo, J. C. Hidalgo Moya, V. Vega Macías • CIFA Alameda del Obispo. Córdoba. Área de Recursos Naturales y Producción Ecológica. IFAPA. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía.
E. Fereres Castiel • Instituto de Agricultura Sostenible – Córdoba. CSIC.

Figura 1

Producciones medias de aceitunas (20 % de rendimiento graso) por hectárea en las diferentes épocas de la vida de la plantación en olivar de riego de la variedad 'Arbequina' en el que se han empleado diferentes densidades de plantación (200, 300, 400 y 450 árboles/ha). Ensayo realizado en Córdoba (Finca Alameda del Obispo).



Densidades de plantación en olivar de regadío

Cuando el agua no es un factor limitante, la producción de un olivar está directamente relacionada con la cantidad de radiación solar interceptada por la plantación, que para un determinado medio depende fundamentalmente del tamaño de la copa de los árboles y de la densidad de plantación utilizada.

La respuesta productiva de un olivar de regadío a la densidad de plantación utilizada depende de la edad de la plantación, y en especial del volumen de copa de los árboles que mantengamos (Pastor, 2005). En la **figura 1** mostramos las producciones obtenidas en un ensayo durante 19 años y en variedad *Arbequina*, en el que se compararon densidades de plantación comprendidas entre 200 y 450 olivos/ha. Cuando los árboles son jóvenes y están en pleno crecimiento, la radiación interceptada, y por consiguiente la producción, aumentan proporcionalmente a la densidad de plantación utilizada, lo cual siempre es cierto hasta que se alcanza un determinado volumen de copa por hectárea (volumen óptimo). Una vez que se supera dicho volumen (período adulto), se plantean problemas de competencia entre los árboles de la plantación por la luz (reducción de la cantidad de radiación interceptada), por lo que las producciones tienden a decrecer, empeorándose la calidad de los frutos producidos (bajo rendimiento graso y aceitunas de tamaño reducido), aumentando asimismo la alternancia de producción. En este período de la vida de la plantación las producciones medias se estabilizan y se hacen prácticamente independientes de la densidad de plantación utilizada, ocurriendo este hecho dentro del rango 200-450 olivos/ha, dependiendo la cuantía de la producción y la calidad de la misma de la cantidad de radiación que el olivar es capaz de interceptar (Pastor, 2005).

Solamente la poda puede controlar el crecimiento de los árboles en regadío, y en casos de excesivo desarrollo, mediante podas severas y espaciadas en el tiempo, es posible devolver al olivar el volumen de copa que permite obte-



Fotografía 1: Panorámica de plantación superintensiva de olivar de la variedad Arbequina en la provincia de Málaga. Los árboles tienen 18 meses en el terreno de asiento. La conducción se hace en eje central, tutores de caña de bambú y dos hilos de poliéster.

Fotografía 2: Máquina cosechadora cabalgante empleada en la recolección mecánica de las aceitunas de las plantaciones superintensivas de olivar.

ner una óptima producción. A mayor densidad de plantación, y en la medida en que aumenta la edad del olivar y el volumen de copa de los árboles, la poda se hace más necesaria, debiendo ser, en este caso, mucho más drásticas las intervenciones, por lo que llegar a un equilibrio entre calidad del suelo, disponibilidades de agua, régimen de temperaturas (longitud anual del período de crecimiento vegetativo), volumen de copa y densidad de plantación a utilizar, es imprescindible a la hora de proyectar una plantación de olivar, cultivo en el que en estos momentos no se dispone de un material vegetal de suficiente escaso vigor ni de patrones capaces de restringir el vigor de las variedades injertadas sobre ellos (Tous y col., 2003; del Río y col., 2005), como para garantizar el éxito en el empleo de muy altas densidades de plantación. Los mejoradores trabajan en la actualidad en la obtención de variedades de olivo menos vigorosas, que por supuesto no se encuentran todavía en el mercado.

Las anteriores opiniones sobre el manejo y diseño de plantaciones están muy en consonancia con los resultados obtenidos por Psyllakis y col. (1981) en la isla de Creta (Grecia), que trabajando en olivar de riego de la variedad 'Koroneiki', observaron que, a medio y largo plazo, con densidades de 560 y 620 árboles/ha se produjeron descensos de producción con respecto a densidades inferiores (280 y 400 olivos/ha). Klein (1993) en Israel, en olivar de aceituna de mesa de la variedad *Manzanilla* en regadío, obtuvo durante el período adulto similares producciones cuando empleó densidades de plantación de 416 y 833 árboles/ha. En la olivicultura Californiana (USA), en la que se emplean cantidades de agua suficientes como para satisfacer las necesidades óptimas del cultivo, raramente se emplean altas densidades de plantación, especialmente en los suelos fértiles, siendo más frecuentes las densidades comprendidas entre 120 y 250 árboles /ha (Hartmann y col., 1986; Sibbet y Osgoog, 1994).

Evidencias experimentales (Vega y Pastor, 2005) sugieren la posibilidad de emplear mayores densidades de plantación cuando se emplean aguas de riego de relativamente alta conductividad eléctrica (por ejemplo 4 a 6 dS/m) al restringir las sales el tamaño de los árboles. En este caso es necesario emplear una adecuada fracción de lavado para

evitar que se lleguen a alcanzar altos valores de la CE del extracto de saturación en el *bulbo* a lo largo de la campaña de riegos.

A pesar de la información presentada anteriormente, en el último decenio empiezan a realizarse en España plantaciones de olivar empleando densidades comprendidas entre 1.500 y 2.500 años árboles/ha, plantaciones denominadas superintensivas (ver **fotografía 1**), presentándose por sus mentores como el único modelo de cultivo mecanizado y rentable, partiendo de la hipótesis de que únicamente con unas altísimas producciones y una mecanización integral de la recolección, utilizando para ello las cosechadoras cabalgantes en continuo (ver **fotografía 2**), puede lograrse la rentabilidad en el cultivo del olivar, lo cual, a nuestro juicio, es una afirmación demasiado atrevida a la luz de los conocimientos técnicos actuales, ya que determinados modelos de olivicultura intensiva, con densidades entre 250-400 olivos/ha y árboles formados con un tronco, en los que puede utilizarse eficazmente el vibrador de troncos para recolectar el fruto (ver **fotografía 3**), permiten lograr una muy alta rentabilidad (Pastor y col., 1998; Pastor, 2005), aunque se emplee mayor cantidad de mano de obra en recolección. Recientemente están apareciendo en el mercado máquinas de recolección en continuo que podrían resolver de forma muy aceptable el problema de la recolección de la aceituna en diferentes tipos de olivar, al menos en los primeros años. En honor a la verdad debemos decir que en las plantacio-



Fotografía 3: Vibrador de troncos empleado para mecanizar la operación de derribo de frutos en las plantaciones intensivas de olivar. En la foto, olivos de 5 años de edad en los que por primera vez se aplican técnicas de recogida mecánica de la aceituna.



Fotografía 4: A la izquierda, moderna plantación intensiva en la finca La Reina de Santa Cruz (Córdoba) plantada con una densidad de 400 olivos/ha y dos años de edad, que además de permitir un muy aceptable nivel de mecanización, permite igualmente obtener producciones muy precoces (3^{er} año) y abundantes. En el centro, olivar de riego de la variedad 'Hojiblanca' de 7 años de edad, en plena producción, en el que se aplican podas de bajo coste y recolección de la aceituna empleando el vibrador de troncos; se realiza cultivo en no-laboreo con cubierta vegetal en el centro de las calles. A la derecha, detalle de poda de formación de un olivo de riego de la variedad 'Arbequina' de 8 años de edad en plena producción. Con escasas intervenciones de poda pueden lograrse grandes producciones con una calidad de frutos satisfactoria.

nes superintensivas se invierten en poda grandes cantidades de mano de obra muy especializada que pueden llegar a superar cuantitativamente a los ahorros conseguidos en la recolección con la utilización de las cosechadoras.

Como principal inconveniente de las plantaciones superintensivas de olivar los elevados costes de implantación (plantación propiamente dicha + instalación de riego) y y altos costes de cultivo, debido al elevado empleo importantes cantidades de inputs ajenos a la explotación, tales como agua de riego, fertilizantes, tratamientos fitosanitarios, así como unos elevadísimos costes de poda, operación esta que, como ya hemos dicho, demanda una gran cantidad de mano de obra muy especializada, estando por definir el sistema de poda más adecuado para la explotación rentable de este tipo de olivares. Además, las plantaciones superintensivas requieren una serie de condicionantes técnicos muy especiales: disponer de material vegetal de reducido vigor, del que no se dispone en la actualidad; explotaciones de cierta dimensión y terrenos poco accidentados; abundante disponibilidad de agua para poder realizar un cultivo en regadío sin limitaciones hídricas, situación ésta muy poco frecuente en la mayoría de las zonas olivareras en las que el organismo regulador de la cuenca (CH del Guadalquivir) limita a 2.500 m³/ha las cantidades de agua a utilizar en este cultivo; y como es natural, disponer de la máquina cosechadora (las existentes en el mercado tienen un muy alto precio de adquisición o en su defecto un alto coste de alquiler), lo que hace que este modelo de olivicultura solo pueda aplicarse en situaciones agronómicas muy concretas.

En zonas de buen suelo y clima, y en regadío, en los primeros 5 ó 6 años de la vida de la plantación estos olivares superintensivos pueden llegar a proporcionar producciones de aceitunas muy interesantes, y las máquinas cosechadoras cabalgantes pueden realizar un buen trabajo cuya calidad es muy aceptable (Tous y col., 2003), siempre que la poda de formación y de producción sea la adecuada al trabajo de la cosechadora, lo que no quiere decir que sea la más adecuada desde el punto de vista de la producción durante la edad adulta de la plantación (Pastor y col., 2005).

Utilizando la información publicada por Agromillora Catalana S.A. (2002) correspondientes a un gran número de parcelas de olivares superintensivos, Pastor y col. (2005) observaron como este tipo de plantaciones tiene una gran precocidad de entrada en producción (2^o o 3^{er} año), con cosechas que se mantienen crecientes y muy abundantes entre el 3^o y el 6^o año, pero que a partir de este momento se inicia un rápido descenso de las producciones medias, coincidiendo este declive con el momento en que empiezan a plantearse los problemas de competencia entre los árboles por la luz (sombreamiento), debido al excesivo crecimiento en altura de los olivos, lo que es habitual en todas las plantaciones de muy alta densidad, reduciéndose la cantidad de radiación interceptada anualmente por la plantación, con la consiguiente reducción de su capacidad productiva, dificultando asimismo la realización de otras operaciones de cultivo y el trabajo con las máquinas cosechadoras, obligando, finalmente, a realizar severas intervenciones de poda, que en el futuro llegan a afectar muy negativamente a la producción.

En un trabajo realizado en Andalucía por Pastor y col. (2005) en el que se controlaron durante 14 años las cosechas de diferentes plantaciones intensivas comerciales de la variedad *Arbequina* en riego, con densidades de plantación comprendidas entre 250 y 450 árboles/ha (ver **fotografía 4**), se observó que las producciones de aceite obtenidos en este tipo de olivares podían llegar a ser muy abundantes. En el período de juventud de las plantaciones las medias de las 6 primeras cosechas (3^o al 8^o año) fueron de 1.727 kg/ha de aceite, y en el período adulto [medias de 8 años (9^o al 16^o año)] fueron de 2.412 kg/ha de aceite. Las referidas producciones son incluso superiores a las obtenidas en las plantaciones superintensivas en los primeros años, lo que hace pensar que la plantación intensiva podría ser una solución mucho más atractiva para el olivarero, realizándose recolecciones con vibrador a un coste razonable, no superior al conseguido con las cosechadoras en las plantaciones superintensivas (Pastor y Humanes, 2006, en prensa), aunque el empleo de mano de obra sea mayor.



Fotografía 5: Estas fotografías corresponden al estado actual de los árboles de las diferentes densidades de plantación del ensayo realizado en la finca "Alameda del Obispo", ensayo en el que se estudia la viabilidad agronómica y económica de las plantaciones superintensivas de olivar. Los árboles fueron plantados en 1999, y estas fotografías corresponden a la primavera de 2006. A la izquierda, olivos plantados al marco 7x7 m (204 árboles/ha); en el centro, olivos plantados al marco 7x3,5 m (408 árboles/ha); a la derecha, olivos plantados al marco 3,5x3,5 m (816 árboles/ha). En esta última densidad en la actualidad es imposible su explotación rentable, no siendo posible la aplicación mecánica de las diferentes prácticas de cultivo, demandando actuaciones drásticas urgentes (por ejemplo la reducción de densidad a la mitad para obtener un marco de 7x3,5 m).

Resultados de un ensayo de densidades de plantación en olivar

La información presentada anteriormente, en la que se sopesan las ventajas de las plantaciones intensivas y superintensivas, nos llenó en su día de incertidumbre, por lo que se decidió estudiar en profundidad la problemática planteada. Se planteó un ensayo en el que en condiciones de campo y en regadío sin limitaciones de agua (tanto en cantidad como en calidad), se pudiera estudiar simultáneamente, y a corto y largo plazo, la respuesta productiva del olivar a un rango muy amplio de densidades de plantación, permitiendo comparar, en idénticas condiciones agronómicas, el comportamiento de ambos tipos de plantaciones.

Material y Métodos

El ensayo se realiza en Córdoba, plantándose los árboles en la primavera de 1.999, empleándose olivos de la variedad 'Arbequina' y plantas autoenraizadas de 0,8-1,0 m de altura en el momento de la plantación. Las densidades utilizadas (N) fueron las siguientes:

Densidad de plantación (olivos/ha)	Proporciones	Marco de plantación (m)
204	N	36
408	2 N	79
816	4 N	23
1.904	9,33 N	17

Las calles anchas de plantación se orientaron en dirección norte-sur, tratando de este modo de optimizar la cantidad de radiación interceptada. El suelo es totalmente llano. Los árboles de las tres primeras densidades se formaron con un único tronco (ver **fotografía 5**), en vaso libre (3-4 ramas principales), cruces entre 0,8 y 1,0 m sobre el suelo. En la densidad de 1.904 olivos/ha los árboles se formaron en eje central, también con un único tronco, restringiéndose mediante la poda el crecimiento de las ramas laterales dirigidas al centro de la calle ancha para facilitar la futura recolección mecánica de la aceituna empleando la cosechadora

cabalgante; las intervenciones de poda, 2 a 3 veces al año durante los primeros 3 años, fueron siempre encaminadas a facilitar el trabajo de la cosechadora (ver **fotografía 6**).

El suelo en el que se realiza el ensayo corresponde al tipo *Typic xerofluvent*, de textura franco-arenosa y muy profundo (> 2 m). A lo largo de los años de duración del ensayo se ha realizado un cultivo con suelo desnudo sin laboreo del terreno. Los restos de poda se trituraron mecánicamente, dejándose los residuos sobre la superficie del suelo. Anualmente se realizan al menos tres tratamientos fitosanitarios (2 en primavera y uno en otoño), aplicándose en todos ellos cobre para luchar contra enfermedades criptogámicas (fundamentalmente *Spilocaea oleagina*), incorporándose dimitoato en el segundo tratamiento de primavera (plena floración) para el control de *Prays oleae* cuando era necesario.

El riego, localizado de alta frecuencia, se realiza utilizando una instalación fija. Las tuberías de distribución de PE \varnothing 16 mm son portadoras de los goteros de 4 l/h de caudal situados a una distancia de 1,0 m. Para las diferentes densidades y años el riego se ha programado empleando la metodología propuesta por Orgaz y col. (2005), lo que ha asegurado la ET máxima del cultivo. Los parámetros climáticos utilizados para la programación del riego han sido la precipitación efectiva y la ETo (Penman-Monteith). La **tabla 1** muestra los valores observados a nivel parcela de ensayo en el período 1999 a 2005.



Fotografía 6: Parcela de ensayo en la finca Alameda del Obispo (Córdoba), olivos de la variedad Arbequina, marco de plantación 3,5x1,5 m (1.904 olivos/ha). Los árboles se encuentran al final del segundo ciclo vegetativo. Al año siguiente se produjo la primera cosecha abundante, unas 10 t/ha.

Tabla 1

Valores anuales de las precipitaciones totales anuales (P) y evapotranspiración de referencia (ET_o- Penmann-Monteith), registradas en la finca Alameda del Obispo (Córdoba) durante el período 1999 a 2005. Abajo medias mensuales del período considerado.

Años	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Media
ET _o (mm)	1.385	1.306	1.304	1.190	1.266	1.190	1.301	1.278
P (mm)	253	540	666	701	770	490	434	551

Meses	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Total
ET _o (mm)	1.385	1.306	1.304	1.190	1.266	1.190	1.301	1.278	132	71	42	29	1.278
P (mm)	253	540	666	701	770	490	434	551	26	93	51	97	551

Las dotaciones de riego aplicadas en la plantación superintensiva fueron las siguientes:

Años	Pluviometría mm	Volumen de riego aplicado m ³ /ha
2002	701	6.081
2003	770	5.763
2004	490	2.659*
2005	434	6.976

* después de una poda muy severa que redujo drásticamente el volumen de copa de los olivos

El diseño experimental es en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones para cada una de las densidades de plantación ensayadas. Las parcelas se plantearon con suficiente superficie, de modo que en un futuro pudiesen hacerse subdivisiones de las mismas en las que se pudieran realizar diferentes tratamientos de manejo (dosis de riego y tipos de poda) de la plantación, e incluso arranque parcial de árboles para reducir la densidad de plantación original.

Controles realizados

Anualmente se ha medido el tamaño de los árboles, dos diámetros perpendiculares entre sí (d₁ y d₂) y la altura (h), calculándose a partir de estos datos el volumen (v) de copa de los olivos:

$$v = \frac{\pi}{6} \times d_1 \times d_2 \times h$$

Una vez realizada la recolección, una muestra de frutos fue llevada al laboratorio, determinándose el peso medio de la aceituna y su rendimiento graso utilizando la metodología de resonancia magnética nuclear sobre aceitunas previamente desecadas a 105 °C hasta peso constante. Conocido el rendimiento graso y el peso medio del fruto se ha calculado la producción de aceite y el número de frutos por olivo.

Resultados

La **tabla 2** muestra las producciones anuales de aceite por hectárea obtenidas en el ensayo. Vemos que en las tres primeras cosechas (2001 a 2003) la producción en todas las densidades aumenta al hacerlo la densidad de plantación, mientras que a partir del año 2004 (6^a año) en la plantación con 1.904 olivos/ha se observa una significativa caída de la producción de aceite. Por esta razón la producción media del quinquenio 2001-2005 es proporcional a la densidad de plantación para el intervalo de densidades comprendido entre 204 y 814 olivos/ha, lo que está en consonancia con los resultados obtenidos por Tous y col. (2005) en ensayo realizado con olivos también de la variedad *Arbequina* en la provincia de Tarragona. En la **figura 2** mostramos la evolución interanual de la producción acumulada de aceite en el transcurso de la vida productiva del olivar para cada una de las densidades empleadas en el ensayo. Se observa que la máxima cosecha acumulada de aceite se ha obtenido con 816 árboles, demostrándose que no son necesarias altísimas densidades para obtener altísimas producciones, ya que a partir del año 2004 (6^o año) la cosecha acumulada de aceite está ya por encima de la obtenida con 1.904 olivos/ha. Desde el año 2005 (7^o año) en la densidad de 408 olivos/ha se ha superado ya la producción acumulada obtenida con 1.904 olivos/ha.

En la plantación superintensiva (1.904 olivos/ha), en los primeros años (3^o al 5^o) la producción aumentó a medida en que aumentó la edad de la plantación y el tamaño de los árboles, observándose una drástica caída de producción a partir del 6^o año, momento en el que se estableció una fuerte competencia por la luz entre los olivos de la plantación (ver **fotografía 7**, izquierda), lo que obligó a realizar una poda muy severa consistente en un rebaje en altura de la copa utilizando para ello una máquina podadora de discos (topping) más una poda manual (ver **fotografía 8**), tratando

Tabla 2

Producciones de aceite por hectárea obtenidas en el ensayo de densidades de plantación. En cada año los valores de cada densidad de plantación seguidos por letras diferentes difieren significativamente al nivel p<0,05 según el test de Duncan

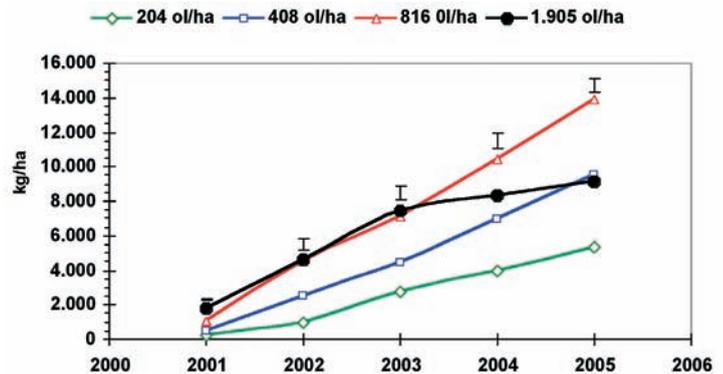
Densidad olivos ha ⁻¹	Producción de aceite (kg ha ⁻¹)					Total
	2001 (3 ^{er} año)	2002 (4 ^o año)	2003 (5 ^o año)	2004 (6 ^o año)	2005 (7 ^o año)	
204	224 a	757 a	1.762 a	1.244 a	1.346 b	5.333 a
408	451 b	2.020 b	1.954 a	2.538 b	2.577 c	9.540 b
816	1.065 c	3.486 d	2.574 b	3.297 c	3.476 d	13.898 c
1.904	1.791 d	2.791 c	2.824 b	933 a	807 a	9.146 b

así de hacer posible la recolección con la cosechadora. El 7º año, y por idéntico motivo, hubo que recurrir de nuevo al topping para posibilitar el trabajo de la cosechadora y mejorar la iluminación en las zonas más próximas al suelo (ver **fotografía 7**, derecha) observándose que en este tipo de plantación gran parte de la radiación interceptada (datos no mostrados) se utilizaba en producir formaciones vegetativas en las zonas más altas de los árboles, que luego había que eliminar, en detrimento de la producción de aceitunas. Este comportamiento ya había sido predicho por Morettini (1972) en Italia en unos momentos (años 50-60) en los que igualmente se pusieron de moda las plantaciones de olivar con altas densidades (sin llegar a las densidades actuales) y formaciones en palmeta frutal, afirmando el mencionado autor en las conclusiones de su trabajo que “no se plantan los olivos para producir ramas para la procesión del domingo de Ramos”, aconsejando Morettini densidades mucho más bajas (200-300 olivos/ha) y formas libres con reducidas intervenciones de poda (ponía como ejemplo el sistema arbustivo andaluz al que denominaba cespuglio).

Aunque en nuestro ensayo a corto plazo la mayor producción media de aceite se ha obtenido en la densidad 814 olivos/ha (ver **figura 2**), debemos decir que con el marco de plantación utilizado (3,5 x 3,5 m), ya desde el año 2004 ha sido imposible la realización de la recolección mecánica de la aceituna, tanto empleando la cosechadora cabalgante como el vibrador de troncos (ver fotografía 5, derecha) ya que el desarrollo de los árboles y el ancho de calle (3,5 m) impide el trabajo de cualquier tipo de máquina, obligando a realizar la recolección de las aceitunas manualmente, lo que ha representado un gran consumo de mano de obra, poniendo en serias dudas su rentabilidad, a pesar de sus altísimas producciones obtenidas. El estado actual de la plantación en este marco aconseja ya una drástica actuación, siendo, probablemente, la reducción de la densidad a la mitad (pasar del marco 3,5x3,5 a un marco de 7x3,5 m) la decisión más aconsejable, decisión esta que será contrastada en los próximos años.

Figura 2

Producciones acumuladas de aceite obtenidas en el ensayo de densidades de plantación. Las barras muestran, para cada año, la mínima diferencia significativa entre densidades de plantación. Los árboles fueron plantados en la primavera de 1999



La densidad de plantación ha influido sobre el rendimiento graso de los frutos obtenidos (**tabla 3**). Este es un parámetro económicamente muy importante, del que depende el precio percibido por el agricultor por cada kilogramo de aceituna producido, observándose que, excepto en el año 2001, es en la densidad de 1.904 olivos/ha en la que las aceitunas tienen un contenido medio en aceite significativamente más bajo (16,5%), y por consiguiente un menor valor comercial, menor que el de las restantes densidades. El rendimiento graso medio de la densidad 816 olivos/ha (19,4 %) es significativamente más bajo que el de las densidades 204 (20,3%) y 408 olivos/ha (20,8%). Estos resultados pueden explicarse si tenemos en cuenta que en las plantaciones con mayor número de árboles por hectárea se establece pronto una gran competencia entre los árboles por la luz, lo que se traduce en una reducción de la capacidad de llenado de los frutos y de la formación de aceite al reducirse la producción de asimilados, ya que esta está íntimamente re-



Fotografía 7: A la izquierda, estado de la plantación superintensiva de la finca Alameda del Obispo (Córdoba) al final del 5º año (3ª cosecha). El incontrolable crecimiento vegetativo de los árboles, a pesar de la poda, hace poco viable agrónomicamente este tipo de plantaciones. La competencia de los olivos por la luz reduce drásticamente la producción, así como la calidad de los frutos producidos. A la derecha, aspecto de la plantación anterior después de realizar una poda severa (rebaje en altura empleando una máquina podadora + poda manual que eliminó las ramas que ocupan la calle ancha de la plantación).



Fotografía 8: A la izquierda, plantación superintensiva en la finca La Reina en la provincia de Córdoba, en la que después de la recolección de la cosecha correspondiente al 5º año, se está realizando un rebaje en altura de la copa (topping) después de haber realizado una poda manual cuyo objetivo es permitir el paso de la máquina cosechadora y demás tipo de maquinaria necesaria para aplicar los cuidados culturales de la plantación. A la derecha, aspecto de la plantación anterior después de realizar la poda.

lacionada con la cantidad de radiación interceptada en las distintas partes de las copas de los árboles que integran la plantación.

Para intentar comprobar que la hipótesis anterior es cierta, en el año 2002 y en árboles de la densidad 1.904 olivos/ha (3,5 x 1,5 m) se hizo la recolección de la aceituna de algunos árboles considerando estratos de vegetación a diferentes alturas sobre el suelo (0 - 75 cm, 75-150 cm, 150 - 225 cm, y 225 - 300 cm), determinándose para cada uno de ellos la producción, el tamaño medio del fruto y su rendimiento graso. Vemos (tabla 4) como el rendimiento graso del fruto se empeora en los estratos de vegetación más próximos al suelo (0-75 cm y 75-150 cm), especialmente en el estrato 0-75 cm en el que se producen también los frutos de menor tamaño, es la zona del árbol en la que el sombreado es máximo, y por consiguiente en la que la radiación interceptada es mínima (datos no mostrados), siendo insuficiente la producción de asimilados para lograr un adecuado crecimiento, tanto de los órganos vegetativos como de los

frutos. En el transcurso de los años, esta zona próxima al suelo se ha ido quedando desprovista de vegetación, observándose igualmente un reducido crecimiento del fruto a lo largo de la maduración. En cambio, en el estrato 225-300 cm, en el que existe una adecuada iluminación de la copa, es en el que el crecimiento vegetativo es máximo y en el que se producen los frutos más gruesos y con mayor rendimiento graso. En la mencionada tabla 4 vemos igualmente como a medida que nos acercamos al suelo la calidad del fruto se empeora, pasando ese año de un rendimiento graso del 22,6 % en el estrato superior, hasta un rendimiento graso del 12,6 % en el estrato más próximo al suelo. Estos datos están en consonancia con estudios similares realizados por Ortega Nieto (1950) en olivar tradicional de secano y por Pastor (2005) en olivar intensivo de regadío. Igualmente debemos decir que ya en el 4º año (2002) la contribución a la producción del estrato de vegetación más próximo al suelo (mínima interceptación de radiación) tiene escasa relevancia en la producción total de la plantación, contri-

Tabla 3

Rendimiento graso de las aceitunas obtenidas en el ensayo de densidades de plantación. En cada año los valores de cada densidad de plantación seguidos por letras diferentes difieren significativamente al nivel $p < 0,05$ según el test de Duncan

Densidad olivos ha ⁻¹	Rendimiento graso (%)					Media
	2001 (3er año)	2002 (4º año)	2003 (5º año)	2004 (6º año)	2005 (7º año)	
204	16,3 a	25,4 a	21,5 a	16,5 a	22,0 ab	20,3 a
408	16,4 a	25,1 a	20,4 a	17,4 ac	23,5 a	20,8 a
816	14,9 a	22,8 a	17,6 b	16,2 a	24,3 a	19,4 b
1.904	16,9 a	17,2 b	14,4 c	18,0 bc	20,8 b	16,5 c

Tabla 4

Reparto de la cosecha y de la calidad del fruto (peso medio y rendimiento graso) en el año 2002 (4º año) en olivos de la plantación con 1.904 árboles/ha. Se muestra la media \pm desviación típica de los valores correspondientes a ocho árboles tomados al azar

Estrato (cm sobre el suelo)	Producción aceitunas (kg/olivo)	Reparto de la cosecha (%)	Peso medio del fruto (g)	Rendimiento graso (%)	Producción aceite (kg/olivo)
225 - 300	1,20 \pm 0,82	14,2	1,72 \pm 0,17	22,6 \pm 3,2	0,28 \pm 0,21
150 - 225	2,96 \pm 1,10	35,0	1,51 \pm 0,21	18,5 \pm 2,9	0,57 \pm 0,27
75 - 150	3,31 \pm 1,29	39,2	1,17 \pm 0,16	15,3 \pm 2,3	0,50 \pm 0,20
0 - 75	0,98 \pm 0,62	11,6	1,03 \pm 0,19	12,6 \pm 1,8	0,12 \pm 0,07
Total	8,45	100			1,47

Tabla 5

Reparto de la cosecha y de la calidad del fruto (peso medio y rendimiento graso) en el año 2003 (5° año) en olivos de las plantaciones con 408 y 1.904 olivos/ha. Se muestra la media \pm desviación típica de los valores correspondientes a ocho árboles tomados al azar

Densidad de plantación olivos/ ha	Estrato (cm sobre el suelo)	Producción aceitunas (kg/olivo)	Producción aceite (kg/olivo)	Reparto de la cosecha (%)	Peso del fruto (g)	Rendimiento graso (%)
408 (7x3,5 m)	225-300	11,00 \pm 1,27	2,23 \pm 0,36	27,0	1,83 \pm 0,13	20,2 \pm 1,7
	150-125	15,00 \pm 2,42	2,90 \pm 0,57	35,0	1,74 \pm 0,13	19,2 \pm 1,3
	75-125	14,50 \pm 2,26	2,65 \pm 0,51	32,0	1,68 \pm 0,09	18,2 \pm 1,3
	0-75	2,75 \pm 0,90	0,50 \pm 0,18	6,0	1,74 \pm 0,09	18,0 \pm 0,9
	Total	43,25 \pm 4,38	8,28 \pm 1,24	100	1,75 \pm 0,14	19,1 \pm 1,3
1.904 (3,5 x 1,5 m)	225-300	6,87 \pm 2,39	1,02 \pm 0,40	68,5	1,91 \pm 0,09	14,3 \pm 1,4
	150-125	2,83 \pm 2,36	0,40 \pm 0,35	26,8	1,56 \pm 0,18	13,5 \pm 1,1
	75-125	0,52 \pm 0,23	0,06 \pm 0,02	4,0	1,52 \pm 0,08	11,9 \pm 1,2
	0-75	0,06 \pm 0,11	0,01 \pm 0,01	0,7	1,15 \pm 0,10	9,2 \pm 0,9
	Total	10,28 \pm 0,43	1,48 \pm 0,05	100	1,74 \pm 0,12	14,4 \pm 0,7

buyendo únicamente con el 11,6 % a la producción total del árbol. Desde el punto de vista práctico, este hecho invita a recortar las ramas bajas de los árboles tratando así de facilitar la recolección mecánica con la cosechadora, operación que podría realizarse empleando una máquina podadora recortadora de ramas bajas (Redacción Olint, 2006).

En el año 2003 (5° año) se trató de confirmar los resultados del año anterior, aunque en este año se realizó el estudio simultáneamente para dos densidades de plantación, 408 y 1.904 olivos/ha (ver **tabla 5**). Se hizo la recolección de la aceituna considerando los mismos estratos de vegetación que en el año anterior, determinándose también, para cada uno de ellos, el tamaño medio del fruto y su rendimiento graso. Vemos que estos resultados coinciden básicamente con los obtenidos en el año 2002, observándose que en la plantación con 1.904 olivos/ha la calidad del fruto (peso medio y rendimiento graso) también empeora a medida que nos acercamos al suelo, y que en dichos estratos (0-150 cm) solamente se obtuvo este año el 4,7 % de la producción total, con un bajísimo rendimiento graso (9,2 %), concentrándose la gran mayoría de la producción (68,5 %) en el estrato en el que se intercepta mayor cantidad de radiación solar (225-300 cm), por lo que en esa zona el rendimiento graso fue también el mayor (14,3%). En la plantación con 408 olivos/ha, en la que la copa estuvo bien iluminada durante todo el año, el reparto de los frutos en el espacio fue mucho más homogéneo, si bien en el estrato más próximo al suelo (0-75 cm) es en el que la producción fue también menor (6%), siendo el fruto de peor calidad (18,0% de rendimiento graso total). Se observa, igualmente, que en esta plantación el rendimiento graso medio es significativamente mayor (19,1 %) que el obtenido en la superintensiva (14,4 %), no observándose apenas diferencias en el tamaño medio de las aceitunas producidas en ambas densidades debido a la acumulación diferencial de humedad en los frutos. La cosecha por árbol en la plantación con 408 olivos/ha (43,25 kg/olivo) fue cuatro veces mayor que la obtenida en la plantación superintensiva (10,28 kg/olivo).

Conclusiones Agronómicas

Teniendo en cuenta los datos del ensayo que anteriormente hemos mostrado, en las condiciones en las que hemos trabajado, suelo profundo y con gran capacidad de re-

tención y clima caracterizado por una alta pluviometría y adecuado régimen de temperaturas, vemos que es muy dudosa, tanto a medio como a largo plazo, la viabilidad agronómica de las plantaciones superintensivas. Ni con la poda severa, ni aplicando estrategias de riego deficitario (datos no mostrados y disponibles por los autores), ha sido posible un manejo sostenible de este tipo de plantación, en especial a partir del momento en que se superan los 10.000 m³/ha de volumen de copa (final del 5° año en nuestro ensayo), condicionando este comportamiento vegetativo el futuro de la recolección de la aceituna empleando la cosechadora, obteniéndose además, a partir de ese momento, producciones económicamente poco interesantes cuando se quieren compatibilizar con la recolección mecánica con cosechadora, inferiores a las que pueden obtenerse con las plantaciones intensivas, cuyo establecimiento exige una inversión mucho menor.

En otras situaciones agronómicas, suelos pobres, baja pluviometría y régimen de temperaturas que restrinja anualmente el crecimiento de los árboles, las plantaciones superintensivas podrían tener una cierta viabilidad, lo que debería ser contrastado experimentalmente mediante la realización de ensayos similares al que en este artículo hemos presentado.

Nuestra experiencia (Pastor y col., 1998) permite afirmar que las plantaciones intensivas bien diseñadas y manejadas son viables en la gran mayoría de las situaciones, aconsejándose mayores densidades en suelos de poca calidad o cuando la baja pluviometría permite, mediante el riego, manejar adecuadamente el volumen de copa de la plantación.

Análisis financiero de una inversión y su aplicación a la disyuntiva de realizar una plantación intensiva o una plantación superintensiva de olivar

Aunque anteriormente hemos analizado los problemas agronómicos que plantean las plantaciones superintensivas de olivar en comparación con las intensivas, hemos querido estudiar su viabilidad desde el punto de vista financiero, de modo que el agricultor o cualquier inversor puedan tomar

decisiones acertadas a la hora de plantearse la realización de una plantación de olivar.

Criterios empleados para la evaluación de una inversión

Se admite que la forma más correcta de valorar las inversiones es en función del flujo neto de caja generado, lo que implica la homogeneización temporal del mismo, refiriendo para ello todas las cantidades a un mismo momento del tiempo mediante la técnica financiera del desplazamiento de capitales. A la hora de enjuiciar la bondad de un proyecto de inversión desde el punto de vista de su rentabilidad, pueden emplearse diferentes criterios (Cabanés y Pastor, 2005). Son muy utilizados los criterios del Valor Actual Neto (VAN) y el de la Tasa Interna de Rentabilidad de una Inversión (TIR). Estos dos criterios son dinámicos, en el sentido de que manejan flujos de caja actualizados, y son bastante equivalentes en las decisiones de aceptación-rechazo de una determinada inversión.

Desde el punto de vista operativo, el criterio formal de decisión consiste en aceptar sólo los proyectos cuyo VAN sea positivo para la tasa de actualización considerada en la valoración. Un valor neto positivo del VAN significa que el proyecto, a lo largo de su vida, promete una rentabilidad sobre la parte de la inversión no recuperada en cada momento igual a la tasa de actualización, más un excedente (superbeneficio) repartido de forma más o menos regular en el tiempo, con un valor actual equivalente al valor actual neto del proyecto.

Se entiende por TIR de una inversión el tipo de actualización para el que el VAN de la misma se hace igual a cero. Bajo este criterio, una inversión es aconsejable si su tasa interna de rentabilidad es superior a la tasa de actualización del inversor.

La liquidez de un proyecto de inversión se asimila, en general, a la rapidez con la que el mismo es capaz de generar los fondos suficientes para compensar el desembolso en que se incurre con la inversión inicial. El criterio más empleado es el del período de recuperación de la inversión. Desde el punto de vista de este criterio, las inversiones serán juzgadas tanto más interesantes cuanto más corto sea su período de recuperación de la inversión. La relación beneficio / inversión es otro de los criterios utilizados para evaluar las inversiones, y nos muestran el beneficio en euros que se espera obtener por cada euro invertido en el proyecto.

Otra cuestión importante es la valoración del riesgo que entraña la realización de la inversión. Se entiende por riesgo las posibles variaciones en la rentabilidad de la inversión, originadas por la falta de certeza en la predicción de los valores que pueden tomar los parámetros de los que depende el flujo neto de caja. El método que vamos a emplear para incorporar el riesgo en los criterios VAN y TIR es el análisis de sensibilidad. La aplicación del método resulta particularmente interesante en aquellas situaciones en las que, por falta de información precisa, no es posible estimar el valor numérico más probable de alguna o algunas de las magnitudes relevantes de la inversión. En esos casos se determinará el valor crítico, debiendo el decisor ver si, se-

gún su opinión, el valor futuro de la variable será realmente superior o inferior al valor crítico encontrado.

Algunos inversores no olivareros ven atractivas las plantaciones superintensivas como un sistema con el que pueden rápidamente blanquear beneficios no declarados de otras actividades económicas (dinero negro tal como se denomina de forma vulgar). Aunque desde el punto de vista de algunas economías esta cuestión podría tener una cierta justificación, por ilegal no podemos ni debemos tener en cuenta este criterio a la hora de tomar decisiones sobre el tipo de plantación que vamos a realizar.

Aplicación de los anteriores criterios de evaluación a la decisión de realizar una plantación intensiva o una plantación superintensiva

Para decidir cual de los dos tipos de plantación de olivar (intensiva vs. superintensiva) vamos a proceder del modo siguiente y en el siguiente orden:

- Definir el tipo de plantaciones tipo cuya viabilidad económica queremos evaluar:
 - Plantación intensiva = 300 olivos/ha (marco 7,4 x 4,5 m) de un solo tronco en vaso libre, y apta para ser recogida la aceituna mecánicamente empleando un vibrador de troncos autopropulsado y un equipo compuesto por un reducido número de operarios.
 - Plantación superintensiva = 1.904 olivos/ha (3,5 x 1,5 m) con formación en eje central en seto, apta para ser recogida la aceituna empleando una cosechadora autopropulsada cabalgante, supeditando cualquier operación de cultivo a la mecanización integral de la recolección.
- Determinar cual es, en cada caso, el valor de la inversión a realizar (coste de la plantación + valor de la transformación en regadío). A partir de los datos suministrados por diferentes olivareros y por los instaladores hemos considerado los siguientes valores medios:

Tipo de plantación	Plantación (€/ha)	Transformación por regadío (€/ha)	Total inversión (€/ha)
Intensiva (300 olivos/ha)	1.800	3.000	4.800
Superintensiva (1.904 olivos/ha)	7.140	3.500	10.640

- Calcular los ingresos previstos a lo largo de los años que dura la evaluación de la inversión. Para ello se determinarán en primer lugar cuales son las producciones de aceituna y aceite que esperamos obtener y cosechar (**tabla 6**) en cada uno de los dos tipos de plantación. En este caso hemos realizado los cálculos para una vida del olivar de 16 años, aún reconociendo que en este caso la plantación intensiva quedaría perjudicada, ya que vidas productivas de 30-40 años son posibles en este tipo de olivar.
- Determinar los ingresos previstos y los costes de producción a lo largo de la vida productiva para los dos tipos de plantación. En este caso, por motivos de espacio, no mostramos los cálculos realizados para llegar a las cifras

mostradas en la tabla 7. En el cálculo de los ingresos hemos utilizado un precio de venta del aceite de 3,0 euro/kg.

5.- Calcular en cada caso los flujos de caja anuales (ingresos – gastos) para el precio de venta del aceite considerado (3,0 euro/kg).

Ver tabla 7.

6.- Actualizar los flujos de caja anuales para la tasa de actualización elegida (tabla 7), en este caso $r = 0,055$. A partir de estos flujos de caja actualizados se calculará, para cada tipo de plantación, el valor actual neto (VAN) (ver tabla 7), así como la relación beneficio/inversión y el período de recuperación de la inversión. Igualmente se calculará la TIR.

7.- Realizar el análisis de sensibilidad para el factor que nos ofrece una mayor incertidumbre, que en este caso pensamos que puede ser el precio de venta del aceite, parámetro que en este sector tiene una gran volatilidad anual e interanual. La figura 3 muestra la variación del VAN para diferentes precios de venta del aceite (rango 1,5 – 4,0 euro/kg), y para ambos tipos de plantación. La figura 4 muestra la variación de la TIR también para diferentes precios de venta del aceite (rango 1,5 – 4,0 euro/kg), en ambos tipos de plantación.

8.- Realizar una discusión de los resultados obtenidos, teniendo en cuenta los criterios de rentabilidad propuestos anteriormente, lo que nos permitirá realizar la toma de decisión financiera sobre el tipo de plantación que debemos recomendar al oliviero.

Para un valor de la tasa de actualización del 5,5 % ($r = 0,055$) y para un precio de venta del aceite de 3,0 euro/kg, valores que nosotros hemos elegido como más probables en el momento en que escribimos este artículo, de la tabla 7 hemos extraído los siguientes valores:

8.1.- Para el precio de venta del aceite y el valor de r considerados, vemos como la plantación intensiva resulta mucho más interesante financieramente que la superintensiva, con un valor del VAN más de 6 veces superior; con un período de recuperación de la inversión de 7 años frente a los 11 años en la plantación superintensiva; generando 4,2 euro por cada euro invertido, cifra que es muy superior

Tabla 6

Producciones de aceituna y aceite que esperamos obtener y cosechar tanto en la plantación intensiva como en la superintensiva a lo largo de la vida productiva considerada en el estudio económico

AÑO	Intensiva					Superintensiva					
	Producciones (1)		Rdto	Aceite	Aceituna	AÑO	Producciones		Rdto	Aceite	Aceituna
	Aceituna kg/ha	Aceite kg/ha	graso %	comercializable kg/ha	cosechada kg/ha		Aceituna kg/ha	Aceite kg/ha	graso %	comercializable kg/ha	cosechada kg/ha
1	0	0	-	0	0	1	0	0	-	0	0
2	0	0	-	0	0	2	0	0	-	0	0
3	2.100	420	20	360	2.058	3 (2)	10.600	1.791	16,9	1.326,1	9.540
4	4.200	840	20	720	4.116	4 (2)	16.100	2.801	17,4	2.086,6	14.490
5	6.900	1.380	20	1.183	6.762	5 (2)	19.600	2.822	14,4	2.011,0	17.640
6	14.700	2.940	20	2.521	14.406	6 (2)	7.300	1.460	20,0	1.116,9	6.570
7	8.400	1.680	20	1.441	8.232	7 (3)	10.900	2.180	20,0	1.667,7	9.810
8	17.500	3.500	20	3.001	17.150	8 (4)	7.300	1.460	20,0	1.116,9	6.570
9	7.000	1.400	20	1.201	6.860	9 (3)	10.900	2.180	20,0	1.667,7	9.810
10	17.500	3.500	20	3.001	17.150	10 (4)	7.300	1.460	20,0	1.116,9	6.570
11	7.000	1.400	20	1.201	6.860	11 (3)	10.900	2.180	20,0	1.667,7	9.810
12	17.500	3.500	20	3.001	17.150	12 (4)	7.300	1.460	20,0	1.116,9	6.570
13	7.000	1.400	20	1.201	6.860	13 (3)	10.900	2.180	20,0	1.667,7	9.810
14	17.500	3.500	20	3.001	17.150	14 (4)	7.300	1.460	20,0	1.116,9	6.570
15	7.000	1.400	20	1.201	6.860	15 (3)	10.900	2.180	20,0	1.667,7	9.810
16	17.500	3.500	20	3.001	17.150	16 (4)	7.300	1.460	20,0	1.116,9	6.570

(1) Los datos de producción son conformes con las medias de diferentes ensayos realizados en regadío y con los datos de numerosas fincas controladas en Andalucía

(2) Son las cosechas realmente recogidas en el ensayo de Alameda del Obispo y sus rendimientos grasos.

(3) y (4) producciones estimadas empleando un modelo de predicción basado en emplear la superficie de copa como estimador de la capacidad productiva (Pastor, 2005)

(3) Año de descarga = $5,10 \text{ m}^2/\text{olivo} \times 0,75 \text{ kg/m}^2 \times 1904 \text{ olivos/ha} = 7,283 \text{ kg/ha}$ aceituna con el 20 % de rendimiento graso.

(4) año de carga = $7,65 \text{ m}^2/\text{olivo} \times 0,75 \text{ kg/m}^2 \times 1904 \text{ olivos/ha} = 10,924 \text{ kg/ha}$ aceituna con el 20 % de rendimiento graso.

Tabla 7

Cuántía de la inversión, ingresos y costes previstos y flujos de caja (para una tasa de actualización del 5,5 % y para un precio de venta del aceite de 3,0 euro/ kg⁻¹) en la plantación intensiva y en la superintensiva a lo largo de la vida productiva considerada en el estudio económico

AÑOS	Plantación intensiva (300 olivos/ha)					Fl. caja actualizado euro/ha	Pl. superintensiva (1.904 olivos/ ha)					Fl. caja actualizado euro/ha
	Inversión euro/ha	Ingresos euro/ha	Costes euro/ha	Flujos caja euro/ha	AÑOS		Inversión euro/ha	Ingresos euro/ha	Costes euro/ha	Flujos caja euro/ha		
0	4.800,0	0,0	0,0	-4.800,0	-4.800,0	0	10.640,0	0,0	0,0	-10.640,0	-10.640,0	
1	-	0,0	588,1	-588,1	-557,5	1	-	0,0	986,8	-986,8	-935,4	
2	-	0,0	666,7	-666,7	-599,0	2	-	0,0	1.683,1	-1.683,1	-1.512,2	
3	-	1.080,5	1.206,8	-126,4	-107,6	3	-	3.978,2	1.942,4	2.035,8	1.733,7	
4	-	2.160,9	1.739,0	421,9	340,6	4	-	6.259,7	2.220,4	4.039,3	3.260,6	
5	-	3.550,1	2.001,3	1.548,7	1.185,0	5	-	6.032,9	2.400,9	3.632,0	2.779,0	
6	-	7.563,2	2.541,1	5.022,0	3.642,2	6	-	3.350,7	2.766,6	584,1	423,6	
7	-	4.321,8	2.222,4	2.099,4	1.443,2	7	-	5.003,1	2.523,6	2.479,5	1.704,5	
8	-	9.003,8	2.728,3	6.275,5	4.089,1	8	-	3.350,7	2.953,7	397,0	258,7	
9	-	3.601,5	2.128,8	1.472,7	909,6	9	-	5.003,1	2.430,1	2.573,0	1.589,2	
10	-	9.003,8	2.728,3	6.275,5	3.673,9	10	-	3.350,7	2.953,7	397,0	232,4	
11	-	3.601,5	2.128,8	1.472,7	817,2	11	-	5.003,1	2.430,1	2.573,0	1.427,8	
12	-	9.003,8	2.728,3	6.275,5	3.300,8	12	-	3.350,7	2.953,7	397,0	208,8	
13	-	3.601,5	2.128,8	1.472,7	734,2	13	-	5.003,1	2.430,1	2.573,0	1.282,8	
14	-	9.003,8	2.728,3	6.275,5	2.965,6	14	-	3.350,7	2.953,7	397,0	187,6	
15	-	3.601,5	2.128,8	1.472,7	659,7	15	-	5.003,1	2.430,1	2.573,0	1.152,5	
16	-	9.003,8	2.728,3	6.275,5	16	-	3.350,7	3.350,7	2.953,7	397,0	168,5	
				Valor actual neto (VAN)	20.361,3					Valor actual neto (VAN)	3.322,0	
				Rel. beneficio / Inversión	4,2					Rel. beneficio / Inversión	0,3	
				Recuperación Inversión	7 años					Recuperación Inversión	11 años	

a los 0,4 euro por cada euro invertido generados por la plantación superintensiva.

8.2.- Con relación al valor de la TIR del proyecto, para la plantación intensiva se obtiene un valor de TIR=24,3 %, mientras que para la plantación superintensiva TIR=9,0%. Teniendo en cuenta este criterio de rentabilidad, con relación al tipo de tasa de actualización empleada ($r=5,5\%$) ambos tipos de plantación resultan viables, pero el inversor debería decidirse en este caso por el tipo de plantación que proporciona un mayor valor de la TIR, en este

Figura 3

Evolución del VAN en función del precio de venta del aceite para la plantación intensiva (300 olivos/ha) y para la plantación superintensiva (1.904 olivos/ha), para los supuestos económicos contemplados en el proyecto

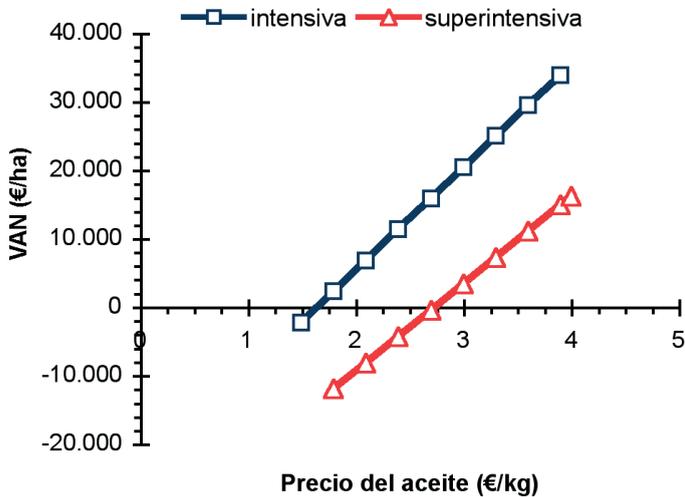
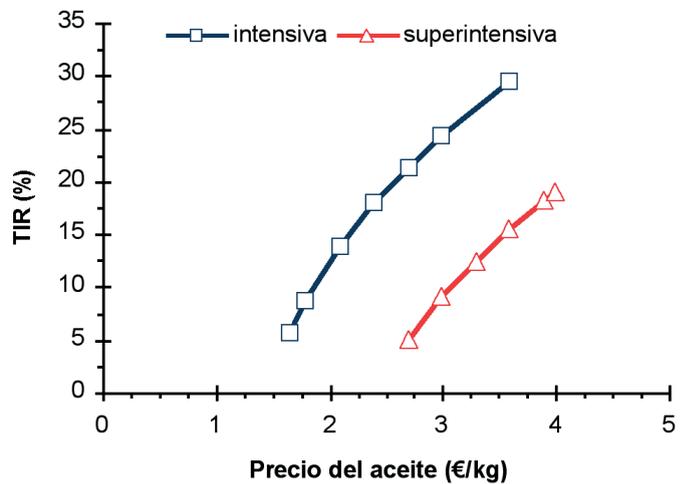


Figura 4

Evolución de la TIR en función del precio de venta del aceite para la plantación intensiva (300 olivos/ha) y para la plantación superintensiva (1.904 olivos/ha), para los supuestos económicos contemplados en el proyecto



caso, sin duda, por realizar una plantación intensiva (300 olivos/ha).

8.3.- Análisis de sensibilidad a la fluctuación del precio del aceite. La **figura 3** muestra la variación del VAN para ambos tipos de plantación y para los diferentes precios del aceite. Los precios mínimos de venta del aceite a partir de los cuales pueden obtenerse beneficios por la inversión realizada ($VAN > 0$) son de 2,74 euro/kg para las plantaciones superintensivas y 1,65 euro/kg para la plantación intensiva. Vemos que en situaciones de bajos precios, la plantación intensiva sería capaz de sobrevivir económicamente, y no así la superintensiva. Vemos también como para cada precio de venta del aceite, la plantación intensiva proporciona siempre mayores beneficios (mayores valores del VAN), que la superintensiva.

8.4.- Con relación a la TIR, la **figura 4** muestra la evolución de los valores obtenidos para los diferentes precios de venta del aceite. En la plantación intensiva se obtienen siempre valores de TIR muy superiores a los de la superintensiva, para cualquiera de los precios de venta considerados. Con respecto a la tasa de actualización $r = 5,5\%$, en la plantación intensiva el valor de la TIR supera este valor a partir de un precio de venta del aceite de 1,66 euro/kg, mientras que en la superintensiva hace falta vender a un precio superior a 2,75 euro/kg para rebasar la mencionada tasa de actualización.

Conclusiones financieras

Teniendo en cuenta todos los criterios de rentabilidad utilizados, en las condiciones agronómicas de cultivo de Andalucía, que anteriormente hemos mencionado, no cabe demasiada duda de que es más aconsejable la realización de una plantación intensiva (300-400 olivos/ha) que alternativa de realizar una plantación superintensiva (1.904 olivos/ha).

El valor de la inversión pesa como una losa sobre la viabilidad económica de la plantación superintensiva.

Sin embargo, creemos que la limitación económica más importante que muestran las plantaciones superintensivas es la limitada producción a partir del momento en que se alcanza el período adulto (a partir del 6º ó 7º año en que en nuestro caso se supera un volumen de copa de 10.000 m³/ha). Después de una explosión productiva durante las tres a cuatro primeras cosechas, la limitación productiva en las superintensivas está impuesta fundamentalmente por dos motivos:

1º) por las limitaciones en la producción debido a una drástica reducción en la cantidad de radiación solar interceptada por la plantación. Recordemos que parte de la copa de los árboles, la más próxima al suelo (0 a 1,5 m), ve limitada de forma drástica y permanente la cosecha producida, así como el rendimiento graso de la aceituna (menor precio y mayores costes de producción);

2º) por las limitaciones productivas impuestas por la poda severa que debe realizarse para adecuar la plantación a la recogida mecánica empleando la máquina cosechadora cabalgante, que obliga a restringir los tamaños de las copas a alturas inferiores a 2,5 metros y anchos del seto de 1,50 m.

Referencias bibliográficas

A disposición del lector.

