

Análisis de la productividad de diferentes modelos de plantación en olivar

Resultados de las cuatro primeras cosechas con cuatro modelos productivos distintos



Cada año es más patente la transformación que se está produciendo en el mundo del olivar donde la mayoría de las cerca de 30.000 hectáreas de olivar plantadas en España durante 2022 (ESYRCE, 2023), ubicadas principalmente en Andalucía y Castilla-La Mancha, son plantaciones para recolectar con cosechadora. La búsqueda de variedades cultivadas que se puedan adaptar a este tipo de recolección, así como de otras nuevas por parte de programas de mejora, tanto públicos como privados, es uno de los principales frentes de la Olivicultura en la actualidad. La evaluación del comportamiento de este tipo de plantaciones de elevada densidad en condiciones de secano o cuya

Javier Hidalgo, Juan Carlos Hidalgo, Victorino Vega.

IFAPA Alameda del Obispo.

En este artículo se presentan los resultados de las cuatro primeras cosechas de un ensayo de campo donde se comparan diferentes modelos productivos en olivar, basados principalmente en la diferente densidad de plantación, y con una variante de poda de formación para la densidad más alta. El seguimiento anual se puede consultar en los números 477, 496 y 514 de Vida Rural.

finalidad sea la producción de aceituna de mesa son también temas de especial relevancia.

La relación entre la altura y anchura del seto, la separación entre filas y la orientación de las mismas, han de tener

como finalidad obtener la máxima interceptación de radiación solar compatible en cada caso con el medio de cultivo, y deben ser aspectos fundamentales a considerar a la hora de diseñar la plantación. La separación entre árboles dentro de cada

fila tiene una menor relevancia a medio-largo plazo, y está más condicionada por la tendencia natural de crecimiento de la variedad, pudiéndose traducir en una menor o mayor duración del periodo hasta alcanzar la máxima producción, con las connotaciones económicas que esto conlleva. Así, el manejo de la poda cobra una especial relevancia en cada situación, ya que el resultado final de esta práctica influye directamente en la captación de radiación solar, en el crecimiento de ramas y su competencia con otras, tanto en el presente como en el futuro, y tiene una relación directa en el consumo de agua de la plantación. Es por ello que la poda se convierte en una técnica clave para el manejo de los diferentes modelos productivos.

En febrero de 2017 se inició un ensayo de larga duración para estudiar el comportamiento de cuatro modelos productivos

de olivar de riego bajo las mismas condiciones edafoclimáticas donde poder evaluar las ventajas e inconvenientes agronómicos, económicos y de necesidades de insumos de cada uno de ellos en la finca Ifapa-Alameda del Obispo (Córdoba).

Densidades de plantación

El ensayo ocupa aproximadamente 1,20 hectáreas, en un suelo llano, y profundo situado en las proximidades del río Guadalquivir. Los árboles, de la variedad Arbequina, se plantaron con la ayuda de un equipo guiado por GPS. Desde el inicio, se han realizado los tratamientos fitosanitarios necesarios para una buena sanidad de las plantas, destacando aquellos contra glifos y eriofidos durante los dos primeros años. Los tratamientos con fungicida se han aplicado justo después

de las operaciones de recolección y de poda, así como en primavera y otoño. El control de las malas hierbas se ha realizado mediante aplicaciones de herbicidas en la línea de goteros, mientras que en el centro de la calle se eliminaron mediante un pase de cultivador en los primeros años y con desbrozadora en la actualidad. Así mismo, los restos de poda triturados se dejan sobre la superficie en el centro de la calle.

Los cuatro tratamientos son:

- **Intensivo (I)**: marco de plantación de 7 x 3,42 m (416 ol/ha, **N**). Este modelo productivo está actualmente asociado a una recolección con vibradores de tronco con árboles formados a un solo tronco y copa en vaso libre.
- **Alta densidad (AD)**: marco de plantación de 6 x 2 m (833 ol/ha, **2N**). Permite conseguir un dosel vegetativo

¿Superar las expectativas de distribuidores y consumidores?

Sí, junto a ti

Sí, en SIPCAM investigamos para conocer las necesidades de los destinatarios finales de todos los cultivos. Nos esforzamos en escuchar, de forma activa y permanente, sus preferencias y demandas. Adelantarnos a sus gustos y exigencias. Ese es nuestro espíritu.

Sí, junto a ti, superar siempre todas las expectativas.

continuo para ser recolectado con una cosechadora integral, arrastrada o autopropulsada, formando una estructura dinámica de ramas semiflexibles en su tramo inferior y flexibles en medio y final, que arrancan de la zona entre 0,50-0,80 m de altura desde el suelo hasta la parte superior del árbol, modificando la geometría del seto. La separación entre calles y la dimensión de la cosechadora permiten que la altura de la plantación sea superior a la de los modelos con mayor densidad de plantación.

- **Superintensivo con formación en eje central (SC):** marco de plantación de 4 x 1,5 m (1.666 ol/ha, 4N). El objetivo de este tipo de plantaciones es conseguir el máximo productivo en el menor tiempo posible, utilizando una elevada densidad de árboles para conformar un seto rápidamente, que pueda ser recolectado mediante una cosechadora integral. La formación de las plantas utilizada en este tratamiento exige el montaje de una espaldera a la que se atan tutores, generalmente de bambú, de altura superior a los 2 m, y en los que se fija la planta a medida que crece, dando lugar a una formación que podemos denominar en eje central, aun cuando la formación real de la estructura del seto adulto busca una especie de palmeta, con unas ramas principales situadas en el mismo plano por donde pasa la máquina cabalgante.
- **Superintensivo con rebaje en la for-**



Foto 1. Diferentes momentos de la poda realizada en febrero de 2022 en los tratamientos SR (a), SC (b) y AD (c).

mación y sin espaldera (SR): marco de plantación de 4 x 1,5 m (1.666 ol/ha, 4N). Este sistema persigue el mismo objetivo que el anterior, pero utilizando un sistema de poda de for-

mación con rebajes en altura, permitiendo el uso de tutores más pequeños y opcionalmente suprimiendo la espaldera, lo que se traduce en una reducción de la inversión inicial y la proliferación de numerosos rebrotes laterales entre los que se elegirán aquellos que formen la estructura de la futura “falsa palmeta”.

Las dos variantes del modelo denominado como superintensivo difieren, por tanto, exclusivamente en la formación de la planta y en el manejo que se hace de la poda en los primeros años.

El diseño experimental utilizado en el ensayo es en bloques al azar con tres repeticiones y doble línea guarda. Las parcelas elementales tienen 42 m de longitud, para así facilitar el trabajo de recolección de las cosechadoras.

Riego y fertilización

Todos los tratamientos disponen de riego localizado, con ramales portagoteros con emisores integrados de tipo autocompensante de 3,6 l/h a la distancia de 1 m. Cada tratamiento dispone de un sistema de riego independiente. Las necesidades hídricas de cada modelo se han determinado mediante un balance de agua según la metodología FAO en su manual nº 54, utilizando los datos climáticos suministrados por la estación meteorológica de la Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA), perteneciente al Ifapa, situada a escasos metros

del ensayo. Todos los tratamientos han recibido aportes de agua de riego suficientes para evitar el estrés hídrico. La fertilización se ha adaptado a las necesidades nutritivas en función de la productividad de



Foto 2. Recolección del tratamiento intensivo.



cada tratamiento. Los fertilizantes se han aplicado sistemáticamente por fertirrigación en cada riego, utilizando las mismas fórmulas de equilibrio en todas las densidades.

Poda de formación

Tratamiento SC

La poda de formación ejecutada hasta la fecha ha sido adaptada a cada modelo de productivo. El tratamiento SC se condujo sólo con ataduras al tutor de bambú de altura 2,5 m sin intervenciones de poda durante el año 2018. En 2019 se eliminaron las ramas bajas con una máquina cortasetos a una altura de unos 50 cm, para facilitar las labores de la cosechadora durante la recolección. En 2020 se eliminaron algunas ramas con salida hacia las calles y/o que habían sido dañadas durante el pase de la cosechadora. Estos cortes, no muy numerosos, fueron realizados manualmente mediante una pequeña motosierra eléctrica. Antes de la recolección de 2020, se quitaron las ramas bajas para facilitar el trabajo de la cosechadora. En 2021 la poda fue muy ligera, eliminando algunas ramas en los laterales, principalmente aquellas que estaban dañadas por la cosechadora. En 2022 se realizó

una poda no muy severa de ramas exteriores para mejorar la iluminación del seto, muchas de ellas afectadas por la cosechadora, para lo que se utilizaron sierras manuales (foto 1a).

Tratamiento SR

La formación del tratamiento SR se inició en 2018, cortando la rama con dominancia apical a la altura de 1 m. En 2019 se practicó una segunda poda de rebaje con cortasetos a la altura de 1,3 m. Poco antes de la primera recolección se eliminaron las ramas bajas, operación similar a la realizada en SC. En 2020 las intervenciones de poda fueron ligeras, utilizando nuevamente un cortasetos para eliminar ramas con disposición hacia la calle. Los cortes se realizaron a una distancia entre 0,6 y 0,7 m de la línea de troncos. Al igual que en el año anterior, se eliminaron las ramas bajas antes de la recolección para facilitar esta labor. La poda realizada durante el mes de marzo de 2021 fue muy similar a la practicada en el tratamiento SC, con eliminación de algunas ramas laterales que pudieran interferir en el paso de la maquinaria y aquellas que habían sido dañadas durante la recolección. La poda del año 2022 fue muy parecida a la aplicada en el año 2021, con eliminación

de ramas laterales y sin aplicar rebaje en altura (foto 1b).

Tratamiento AD

El tratamiento AD (Alta Densidad) ha tenido unas intervenciones de poda muy ligeras hasta el momento. En 2018 sólo se eliminaron algunas ramas de árboles para favorecer una correcta formación. En 2019 y 2020 no se realizaron intervenciones de poda, salvo la eliminación de las ramas bajas o rotas por el paso de la cosechadora de forma similar a la operación realizada en los tratamientos SC y SR, con el fin de mejorar la operación de la recolección. En 2021, la poda fue también muy ligera, con eliminación de las ramas bajas y esporádicamente alguna dañada por la cosechadora en los laterales. En 2022, se utilizaron sierras eléctricas manuales para eliminar ramas laterales dañadas, así como aquellas lo suficientemente lignificadas como para presentar riesgo de rotura durante la recolección (foto 1c).

Tratamiento I

El tratamiento I (Intensivo) recibió en el año 2018 una ligera poda de formación para poder disponer de un tronco con altura suficiente para ser recolectado con vi-



Foto 3. Cosechadora utilizada para los tratamientos SC, SR y AD.

brador. Durante los años 2019, 2020 y 2021 no se realizaron intervenciones de poda en este tratamiento, favoreciendo su crecimiento libre. En 2022 se eliminaron algunas ramas mal posicionadas para ir obteniendo la estructura final del árbol en dos o tres ramas principales. Se eliminaron las ramas bajas para facilitar el agarre del vibrador.

Recolección

En recolección se ha controlado la producción de aceituna, el rendimiento graso, la producción de aceite y peso medio del fruto. El tratamiento I se ha cosechado todos los años con un vibrador de troncos autopropulsado Pellenc 5000 (foto 2). Los tratamientos SC, SR y AD se cosecharon en 2019 con una cosechadora integral New Holland. En 2020 la cosechadora utilizada en los tres tratamientos de seto fue Pellenc CV45 arrastrada por un tractor. En 2021 se utilizaron dos cosechadoras: New Holland 9090X autopropulsada para los de mayor densidad (SC y SR) y Pellenc CV45 para el tratamiento AD. En 2022, un periodo largo de lluvias y la falta de disponibilidad de maquinaria obligó a que la recolección se realizase casi al final de diciembre, se utilizó una cosechadora Pellenc CV45



El tratamiento AD (Alta densidad) puede resultar un modelo interesante puesto que requiere una inversión y un tiempo de recolección menor.

para los tres tratamientos en seto: SC, SR y AD (fotos 3 y 4).

En aquellos tratamientos donde se han utilizado cosechadoras, el control de la producción de aceituna se hecho por filas de forma independiente, mediante una báscula digital de 0,2 kg de precisión. El control en el tratamiento I se ha llevado a cabo de forma independiente en cada árbol, utilizando un peso manual de 0,1 kg de precisión.

Resultados

En la campaña de 2022 (cuadro I) lo más destacable es el importante descenso del rendimiento graso con relación a los años anteriores que se ha producido en todos los tratamientos. La ausencia de lluvias en

otoño puede ser la causa del retraso en la maduración del fruto, algo observado en la mayoría de explotaciones andaluzas. Los bajos rendimientos provocaron un retraso generalizado de la recolección, agravado por las prolongadas lluvias de diciembre, que provocaron que la recolección del campo de ensayo no se realizara hasta el 19 de diciembre, alcanzando la humedad del fruto más del 60% en todos los tratamientos, algo que no ha ocurrido en los años anteriores (cuadro I). Es especialmente destacable el comportamiento del tratamiento I, con una humedad en el fruto del 66,5% en el momento de la recolección y un rendimiento graso sobre materia seca del 42,5%, inferior al resto de tratamientos que presentan valores entre 44,7% y 46,9%. Ello puede tener su explicación en un estado de maduración del fruto particularmente más retrasado al tener un elevado número de frutos por árbol, con más de 15.000.

La producción de aceituna en 2022 no presenta diferencias entre los tratamientos en seto (SC, SR y AD), aunque existen ligeras diferencias en la producción de aceite con casi 2,2 t/ha para el tratamiento AD, y 2,48 t/ha y 2,55 t/ha para SC y SR respectivamente. El intensivo aún queda algo lejos de los que tie-



Foto 4. Detalle de la limpieza realizada en cada fila cosechada (a) y de la descarga del fruto para su posterior pesada (b).

nen mayor densidad, aunque la producción de aceituna ya ha alcanzado 10,5 t/ha en la cuarta cosecha, siendo la de aceite de 1,5 t/ha, teniendo la mitad de olivos por superficie que AD y cuatro veces menos que SC y SR.

Analizando los primeros cuatro años productivos del ensayo, cabe destacar que las intervenciones de poda de formación aplicadas en los años 2018 y 2019 al tratamiento SR supusieron una merma importante en la capacidad productiva en los

años 2019 y 2020. La diferencia en la producción acumulada de las dos primeras cosechas del tratamiento SR respecto a SC fue de 5,89 t/ha de aceituna y 1,24 t/ha de aceite (**figuras 1 y 2**). Una vez recuperados de la intervención de poda, la producción en 2021 y 2022 ha sido similar. La producción acumulada para los primeros cuatro años de vida de la plantación es de 8.991 kg/ha para SC y 8.081 kg/ha para SR, lo que supone una reducción del 11%.

El desarrollo vegetativo en AD ha permitido la formación de un dosel continuo similar a SC y SR. En cuanto a la producción acumulada de aceituna, no se observan diferencias estadísticas entre los tres tratamientos de seto SC, SR y AD, oscilando entre las 46,3 t/ha del SC y las 37,5 t/ha del AD, mientras que en la acumulada de aceite, la producción de AD se reduce prácticamente en 0,5 t/ha (8%) con respecto a SR y 1,5 t/ha (20%) con respecto a SC, siendo en ambos casos estadísticamente diferentes.

CUADRO I

PRODUCCIÓN, RENDIMIENTO GRASO, HUMEDAD, PESO MEDIO DEL FRUTO Y NÚMERO DE FRUTOS POR OLIVO PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS. CAMPAÑAS 2019 A 2022 Y VALORES ACUMULADOS.

	Tratamiento	Producción (kg/ha)	Producción (kg/ol)	Peso 100 frutos (g)	RGH (%)	H (%)	RGS (%)	Número frutos	Aceite (kg/ha)
2019	Superintensivo rebaje (SR)	4.845 b	2,89 b	175,06 b	22,89	47,91	43,95	1.664 b	1.109 b
	Superintensivo eje (SC)	7.858 a	4,71 a	149,06 c	23,06	47,36	43,81	3.238 a	1.812 a
	Alta densidad (AD)	3.702 c	4,44 a	168,92 b	24,38	48,58	46,58	2.666 a	899 b
	Intensivo (I)	1.825 d	4,21 a	211,89 a	24,64	52,52	50,49	1.784 b	442 c
2020	Superintensivo rebaje (SR)	8.197 b	4,92 d	156,72	20,05	57,22	46,99	3.272 b	1.643 b
	Superintensivo eje (SC)	11.072 a	6,65 c	154,66	19,72	55,97	45,01	4.407 b	2.183 a
	Alta densidad (AD)	8.479 b	10,18 b	161,57	20,12	54,80	44,88	6.425 a	1.713 b
	Intensivo (I)	5.168 c	12,42 a	164,95	19,04	57,74	45,95	8.117 a	1.016 c
2021	Superintensivo rebaje (SR)	13.377 a	8,03 b	129,60 b	20,74	49,72	41,25	6.394 b	2.774 a
	Superintensivo eje (SC)	12.481 a	7,49 b	140,22 b	20,1	50,13	40,31	5.523 b	2.509 a
	Alta densidad (AD)	11.948 a	14,34 a	144,46 ab	22,53	49,26	44,4	11.203 a	2.692 a
	Intensivo (I)	7.017 b	16,2 a	160,82 a	22,43	50,22	45,06	12.606 a	1.574 b
2022	Superintensivo rebaje (SR)	14.212 a	8,53 c	185,31 a	17,98	61,61	46,82	4.603 c	2.555 a
	Superintensivo eje (SC)	14.910 a	8,95 c	178,93 ab	16,68	62,85	44,90	5.001 c	2.487 ab
	Alta densidad (AD)	13.421 a	16,11 b	180,68 ab	16,31	63,52	44,70	8.917 b	2.188 b
	Intensivo (I)	10.492 b	25,16 a	164,05 b	14,24	66,49	42,50	15.336 a	1.494 c
ACUMULADO	Superintensivo rebaje (SR)	40.631 a	24,37 c	161,67 b	20,41	54,11	44,75	15.934 c	8.081 a
	Superintensivo eje (SC)	46.320 a	27,80 c	155,71 b	19,89	54,08	43,51	18.170 c	8.991 a
	Alta densidad (AD)	37.549 a	45,07 b	163,91 ab	20,83	54,04	45,14	29.212 b	7.493 b
	Intensivo (I)	24.502 b	58,90 a	175,42 a	20,09	56,74	46,00	37.844 a	4.527 c

FIG. 1 Producción de aceituna acumulada en las cuatro campañas (2019-2022) para los cuatro modelos productivos ensayados.

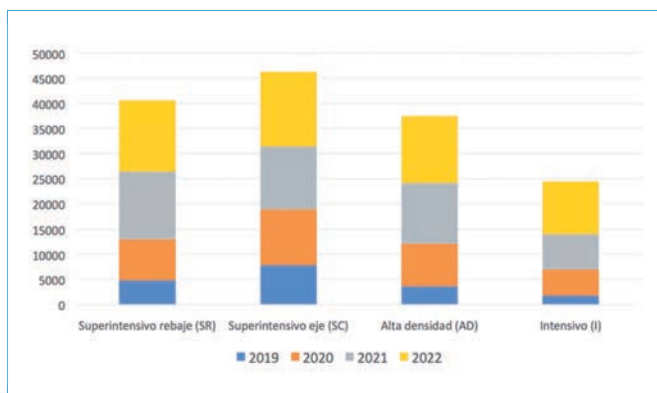
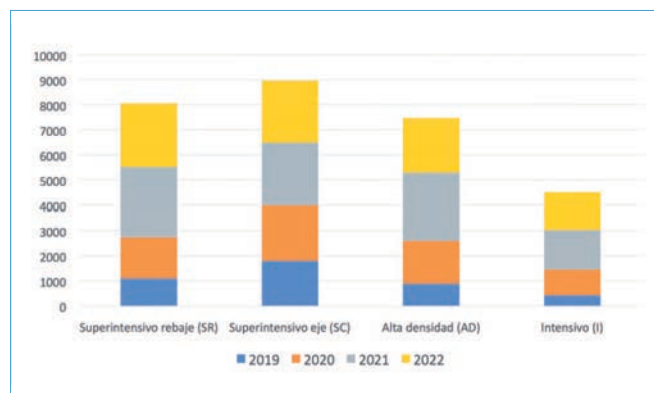


FIG. 2 Producción de aceite acumulada en las cuatro campañas (2019-2022) para los cuatro modelos productivos ensayados.



El tratamiento I ha vuelto a presentar en 2022 la producción más baja, lo cual es esperado por no haber llegado aún a su máximo potencial productivo (óptimo volumen de copa). En cuanto a la producción acumulada de aceituna del tratamiento I, es significativamente menor a los modelos en seto (SC, SR y AD), con 24,5 t/ha y 4,5 t/ha de aceite en los cuatro primeros años, y habrá que esperar a los siguientes años para observar su máximo potencial productivo.

Esta producción de los primeros años de vida del olivar, donde se busca llegar al máximo productivo en el menor tiempo posible es un factor importante a tener en cuenta en los análisis que se realicen de los diferentes modelos productivos de este ensayo. El precio del aceite, con las importantes fluctuaciones anuales que presenta, también puede condicionar el éxito de uno u otro modelo. Por ello, el análisis económico debe ser considerado para cada situación particular, donde hay que tener en cuenta la inversión inicial y todos los costes de cultivo asociados, en los que la poda de formación y la recolección pueden variar notablemente entre modelos. Por ejemplo, la velocidad de la cosechadora y el número de filas a recolectar tienen una influencia evidente en la rentabilidad final.

Conclusiones

Los resultados de las cuatro primeras cosechas nos permiten avalar los conocimientos previos existentes sobre comportamiento de los diferentes modelos productivos en olivar. La poda con rebaje en SR, con o sin la supresión de la espaldera y la formación del dosel utilizando un *topping* de formación, mostró una reducción de la producción acumulada con relación a SC, si bien presenta buen comportamiento en las dos últimas (2021 y 2022), consiguiendo una recuperación total. La evaluación agronómica y económica definitiva debe realizarse cuando todos los modelos hayan llegado a su óptimo productivo.

Cuando los olivos dejan de comportarse como una unidad aislada que recibe iluminación por toda su superficie externa y se convierten en un dosel continuo, la producción unitaria se reduce, dejando de mantenerse la proporción entre número de plantas y aceituna/aceite obtenido. El tratamiento AD llegó a formar ese dosel continuo en la tercera campaña. De confirmarse en las próximas campañas las producciones obtenidas en las cuatro primeras, puede resultar un modelo interesante, puesto que requiere una inversión menor y el tiempo de recolección se reduce sensi-

blemente al tener que recolectar menos filas por unidad de superficie que SC y SR.

La reducción de los costes de inversión y de cultivo y las altas producciones en los primeros años han rebajado el periodo de retorno de los modelos en seto, lo que unido a la creciente dificultad para disponer de mano de obra para la recolección, al no contar con maquinaria específica para una recolección integral de la cosecha, y a la escasez de personal profesional en la práctica de la poda, hace cada vez menos atractiva la elección del modelo intensivo (I) en explotaciones sin limitaciones de mecanización, especialmente topográficas.

El ensayo tiene un carácter demostrativo, donde los modelos se muestran en condiciones de campo con una dimensión de parcela suficiente para poder extraer conclusiones técnicas. Su evolución en el tiempo se continuará ofreciendo a través de la cuenta de Twitter del Proyecto (@IfapaOlivar) y podrá seguir siendo visitada por asistentes a jornadas y cursos en IFAPA Alameda del Obispo. ■

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto: "Experimentación, cooperación y transferencia de tecnología de olivar (Transforma Olivar 19-21)" con código PR.TRA.TRA2019.010, cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). A las empresas Balam, Pellenc Ibérica y Todolivo por su inestimable colaboración en este ensayo.