

RESULTADOS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE NUEVE SISTEMAS DE FORMACIÓN ENSAYADOS EN LLEIDA

Evaluación económica y tendencias de los sistemas de formación en manzano

Las plantaciones de manzano de las principales zonas mundiales de producción están siguiendo una intensa renovación en lo que se refiere a los sistemas de formación, poda, vigor de los patrones utilizados y densidad de plantación. Una de las tendencias más generalizadas es la reducción del volumen total del árbol al mismo tiempo que un aumento del número de árboles por hectárea,

aunque, dados los costes crecientes en la mano de obra, también se han desarrollado las formas planas que facilitan el manejo del área de producción y la mecanización (Masseron, 2002). Los objetivos perseguidos en estos sistemas son la reducción del periodo improductivo y una elevada producción y calidad pero, sobre todo, una óptima rentabilidad económica.

Simó Alegre, Ramón Montserrat e Ignasi Iglesias.

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA).
IRTA-Estació Experimental de Lleida.

Los diseños de las plantaciones deben adaptarse también a las nuevas condiciones de mercado, con una correcta elección de variedades adaptadas, la elección de portainjertos

adecuados a la variedad y al medio, un marco de plantación y un sistema de formación adecuados que maximice su rentabilidad económica. Conscientes de la importancia de realizar una buena elección del sistema de plantación para el éxito económico de la explotación, en 1994 el IRTA-Estació Experimental de Lleida comenzó una serie de ensayos en diferentes especies frutales que tenía por objetivo facilitar información a los agricultores. Los trabajos realizados durante estos años

permiten disponer de información contrastada sobre el comportamiento de los diferentes sistemas, con el objetivo de adaptar éstos a las condiciones particulares de cada explotación. En el caso del manzano, en 1994 se estableció un ensayo de comparación de diferentes sistemas de plantación que ha permitido evaluar durante más de diez años sus resultados productivos, así como evaluar el beneficio de la inversión.

Evaluación económica de nueve sistemas de formación

Condiciones del ensayo

En el año 1994 se inició un ensayo en la finca de Mollerussa del IRTA-Estació Experimental de Lleida, en manzanos Golden Smoothie® 2832T sobre patrón M-9 EMLA. Como polinizador se utilizó Granny Smith sobre portainjerto Pajam-1®. Se evaluaron nueve sistemas de formación de los utilizados en aquella época en diferentes zonas de producción de Europa: doble fila, Ypsilon, Solen, muro frutal, Fuseto, Solaxe, Tesa, Fus-Axe y eje central. El tipo de plantón utilizado, marco de plantación y tipo de poda de producción fueron los consi-



Sistemas de formación en manzano 'Pink Lady®': Solaxe (izquierda) y muro frutal (derecha).

derados como los más adecuados a cada uno de los sistemas de formación (**cuadro I**).

A lo largo de los diez años de ensayo se evaluó la producción, distribución de calibres y la calidad del fruto (firmeza, azúcares, acidez, etc.) en cada uno de los tratamientos, así como los tiempos empleados para las principales tareas realizadas (recolección, poda y aclareo). La plantación se realizó en suelo de textura franco-arcillosa, materia orgánica entorno al 0,8%, caliza activa del 12% y pH de 8,5. El manejo de la plantación se realizó según la práctica habitual en la zona, con riego localizado por goteo, abonado mediante fertirrigación, herbicida bajo copa, cubierta vegetal en la calle y control fitosanitario en base a las directivas locales de control integrado de plagas cuando estas han sido de aplicación.

Los diferentes sistemas de formación en manzano

Las características básicas de los sistemas ensayados se describen a continuación esquemáticamente:

- El Fuseto se formó en un eje hecho a partir de un plantón sin anticipados despuntado a 0,9 m del suelo, para conseguir así la emisión de ramas laterales, de las que se seleccionaron cuatro para formar una estructura permanente en la base del árbol (Errani, 1982).

- El eje central, se formó a partir de un plantón con anticipados, en el que únicamente se eliminaron las ramas que competían con el eje para favorecer su crecimiento hasta los 4 m de altura (Lespinasse, 1980).

- El Fus-Axe se formó como el eje central, pero arqueando las ramas y limitando su altura a 2,5 m, cortando la parte superior de la planta en verde a partir del tercer o cuarto año.

- El Solaxe se formó como un eje central pero arqueando las ramas y limitando la altura de la planta al tercer año, curvando el eje a 2,2 m de altura para así poder hacer todos los trabajos desde el suelo.

- El sistema doble fila se realizó plantando árboles en filas dobles a 1 m de separación entre ellas, formando los árboles como un eje central pero limitando su altura a 2,5 m, desviando el eje hacia una rama lateral.

CUADRO I.

Características de los diferentes sistemas estudiados en el ensayo.

Sistemas de formación	Marco de plantación (m)	Densidad de plantación (árboles/ha)	Altura final del árbol (m)	Tipo de plantón utilizado
DOBLE FILA	(2,75+1) x 1	5.332	2,80	Con anticipados, entero
YPSILON	3,75 x 1,50	1.777	4,00	Sin anticipados, cortado
SOLEN	3,75 x 1,80	1.481	1,60	Sin anticipados, cortado
MURO FRUTAL	3,75 x 1,75	1.523	4,00	Sin anticipados, cortado
FUSETO	3,75 x 1,25	2.133	3,50	Sin anticipados, cortado
SOLAXE	3,75 x 1,15	2.319	2,20	Con anticipados, entero
TESA	3,75 x 1,25	2.133	1,80	Sin anticipados, cortado
FUS-AXE	3,75 x 0,80	3.333	2,50	Con anticipados, entero
EJE CENTRAL	3,75 x 1,00	2.666	4,00	Con anticipados, entero

- El Ypsilon se realizó a partir de un plantón de un año sin anticipados, cortado a 50 cm del suelo para favorecer la emisión de dos brotes vigorosos, que se trataron como un eje central.

- El muro frutal es un tipo de palmeta libre, que se formó a partir de un plantón sin anticipados y cortado a 50 cm del suelo donde, de todas las ramas que salieron el primer año, se seleccionaron de cuatro a seis para formar la estructura del árbol, distribuyéndolas en forma de abanico (**figura 1**). A partir de la tercera hoja se realizó una poda mecánica, para reducir los crecimientos laterales y conseguir la formación de brindillas coronadas (Masseron & Roche, 1993).

- El Tesa es un sistema de baja altura que permite hacer todos los trabajos desde el suelo (Masseron & Dalle, 1990).

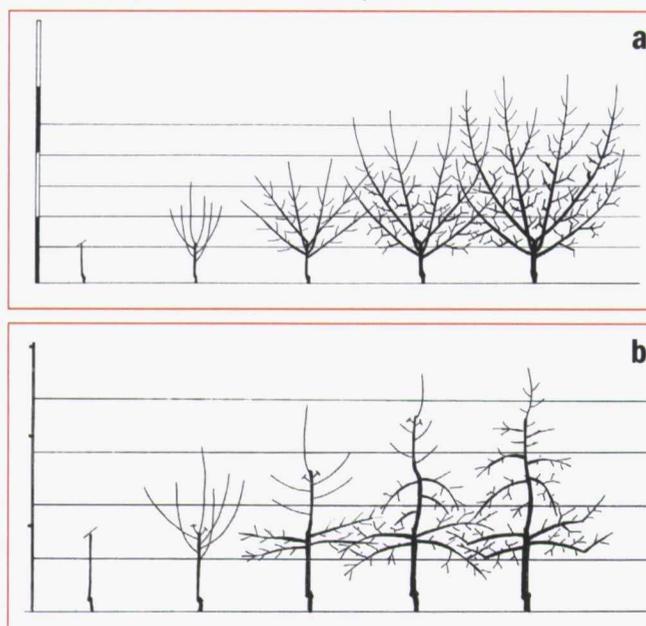
- El Solen fue realizado en su concepción original (Lespinasse *et al.*, 1992), con una formación inicial complicada que, por su bajo porte, podría presentar ventajas económicas, aunque también una cierta dificultad para mantener la planta equilibrada.

Resultados productivos de los diferentes sistemas

En plantaciones frutales, la entrada en producción está muy correlacionada con el número de árboles por hectárea, mientras que cuando los árboles son adultos es el tamaño del árbol y su superficie productiva los parámetros que marcan en mayor medida la capacidad de producción. Así, se observó una estrecha relación entre la densidad de plantación y la producción acumulada durante los primeros años (período 1995-98), siendo los sistemas de mayor densidad y con uso de planta con anticipados no cortada los de mayor producción (**cuadro II**), con una tendencia curvilínea, similar a la descrita por otros autores (Robinson & Hoying, 2003) (**figura 2**). En lo que se refiere al período de plena producción (1999-2003), sistemas como el Ypsilon y el muro frutal fueron los que obtuvieron las mayores producciones acumuladas, con producciones medias de más de 90 t/ha, similar a la obtenida en el Fuseto y el eje central y significativamente superiores al Solaxe, Solen, Tesa y Fus-Axe (**cuadro II**).

FIGURA 1.

Esquema de formación del muro frutal (a) y Fuseto (b) durante los primeros años de ensayo.



CUADRO II.

Producciones totales anuales y acumuladas de los diferentes sistemas de formación en manzano,

SISTEMA	Producción total (t/ha)									Acum. ⁽¹⁾ 95-03		Acum. ⁽¹⁾ 95-98		Media 99-03	
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	t/ha	% ⁽²⁾	t/ha	% ⁽²⁾	t/ha	% ⁽²⁾
Doble fila	32 a	73 a	100 a	31	79	68	113 a	61 cd	107	665 a	111	236 a	157	86 abc	95
Ypsilon	1 d	34 ef	61 def	16	75	87	96 b	88 a	119	578 b	96	113 e	75	93 a	103
Solen	2 d	30 f	53 f	29	63	70	78 d	62 cd	92	479 c	80	114 e	76	73 d	81
Muro frutal	5 d	43 ed	55 ef	26	87	85	91 bc	89 a	110	590 b	98	129 de	86	92 a	103
Fuseto	1 d	49 cd	67 cde	33	71	88	91 bc	85 ab	115	600 b	100	150 cd	100	90 ab	100
Solaxe	22 b	60 bc	73 bcd	33	76	75	87 bcd	69 bcd	102	596 b	99	187 b	125	82 bcd	91
Tesa	12 c	59 bc	73 bcd	44	81	64	88 bc	54 d	94	568 b	95	188 b	125	76 cd	84
Fus-Axe	22 b	62 ab	82 b	26	85	60	84 cd	53 d	100	572 b	95	191 b	127	76 cd	85
Eje Central	19 b	54 bcd	78 bc	19	87	84	93 bc	78 abc	108	621 ab	104	170 bc	113	90 ab	100
P>F ⁽³⁾	0,0001	0,0005	0,0006	0,4302	0,3669	0,1516	0,0009	0,0033	0,1003	0,0037	-	0,0002	0,0051	0,0051	-

(1) Producción acumulada.
 (2) Porcentaje relativo al Fuseto.
 (3) Nivel de significación del análisis de la varianza.
 Valores en una misma columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente según test de Duncan para $\alpha:0,05$.

Durante este periodo de plena producción (1999-2003), se observó una estrecha relación entre la producción y la altura del árbol, siendo los sistemas de más altura los más productivos (figura 3). El escaso incremento de producción entre los sistemas de 3,5 y 4 m de altura podrían estar relacionados con los problemas de iluminación en la parte baja del árbol, que limitarían ligeramente la producción.

Las producciones acumuladas al décimo año de plantación en los diferentes sistemas de formación fueron bastante similares en la mayoría de casos (cuadro II), a excepción del Solen que fue menor debido a la lenta entrada en producción, al menor tamaño del árbol en los últimos años y a la dificultad de mantener el árbol equilibrado, y a excepción del doble fila, que presentó una

elevada producción los primeros años por la alta densidad de plantación. Destacar las bajas producciones del año 1998, que fueron debidas a daños por pedrisco del año anterior, y que dejó los árboles en muy mal estado.

Una de las relaciones más conocidas por el agricultor es la que existe entre la carga de frutos del árbol y su calibre, pero estas relaciones pueden ser diferentes entre años y entre diferentes sistemas de formación. Los resultados productivos pusieron de manifiesto diferencias importantes en el calibre del fruto entre años y pocas diferencias entre sistemas ya que los calibres medios ponderados fueron similares (cuadro III). Únicamente se observó una ligera tendencia en el muro frutal, Fuseto y Solen, a obtener calibres superiores.

Todos los sistemas presentan una relación similar entre la producción acumulada y el ca-

libre medio ponderado en el periodo de plena producción (1999-03), exceptuando el Fus-Axe y el Ypsilon, que muestran una evidente falta de calibre en comparación con el resto de sistemas (figura 3).

Así pues, los mejores resultados productivos se obtuvieron en sistemas tan dispares como muro frutal, Fuseto, Solaxe y doble fila. Por tanto, la elección del sistema dependerá de los resultados económicos una vez valorados los ingresos y costes de cada uno.

Resultados económicos de los diferentes sistemas

Para poder definir cuáles son los mejores sistemas de formación desde un punto de vista económico es fundamental evaluar los ingresos obtenidos por la venta de producto en diferentes escenarios de precio, pero también

FIGURA 2.

Relación entre la densidad de plantación y la producción acumulada de 1995-98 (2º a 5º verde), en los diferentes sistemas de formación.

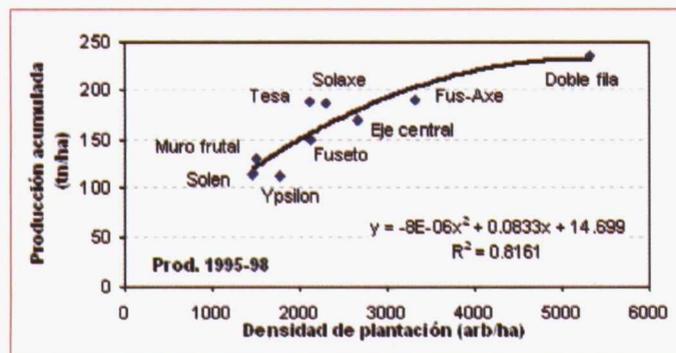
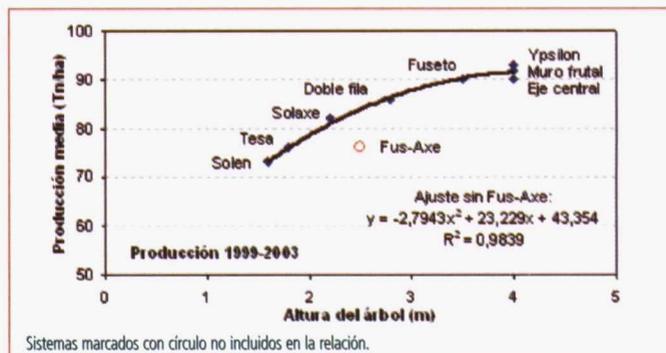


FIGURA 3.

Relación entre la altura final del árbol y la producción media de 1999-2003 (6º a 10º verde) en los diferentes sistemas de formación.



“YO SOY KUBOTA”

Ignacio Gómez Hortelano

*10 veces Campeón
de España de arada

Ignacio Gómez Ramos

*1 vez Campeón
de España de arada

**“Hace tiempo utilicé otras marcas,
pero ahora tengo cuatro tractores Kubota”**



Gracias por vuestra confianza, Campeones.

“En mi opinión, las ventajas de Kubota incluyen un precio razonable, una maniobrabilidad excelente y un servicio de confianza.”

“Estoy especialmente encantado con el pequeño radio de giro y el inversor hidráulico que facilita el cambio rápido y fácil del sentido de la marcha.”

Consulte la Red de Concesionarios en:
www.kubotatractores.es



Kubota®

Kubota da 2 años de garantía (sin límite de horas)

sus costes y la repercusión económica de la financiación de la inversión. Al fin y al cabo se trataría de evaluar los sistemas como si se tratase de diferentes inversiones, que en este caso serían diferentes sistemas de plantación. Con este objetivo se llevó a cabo el análisis económico a partir de datos reales de producciones, calibres y costes de las diferentes operaciones (poda, aclareo y recolección), que se controlaron durante todos los años del ensayo, modelizando diferentes escenarios de precio del producto y de costes de producción, lo que permite predecir las rentabilidades de diferentes sistemas en escenarios económicos cambiantes.

El análisis económicos de la inversión se ha realizado con los indicadores clásicos como el pay-back o año de retorno de la inversión, TIR (Tasa Interna de Rendimiento, es decir, la tasa de rentabilidad media anual de

CUADRO III.

Calibres medios anuales, calibre medio ponderado y diferencia de calibre entre los diferentes sistemas de formación.

SISTEMA	Calibre medio (mm)									Ponderado ⁽¹⁾ 95-03	
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	mm	Difer. ⁽²⁾
Doble fila	77,6	75,2 c	75,3	79,2	83,0 ab	81,9	78,2	79,4	78,6 a	78,6	-0,6
Ypsilon	78,2	76,3 bc	74,6	78,7	83,2 ab	80,8	77,6	75,5	75,1 c	77,6	-1,5
Solen	78,0	77,2 ab	75,1	78,0	83,0 ab	81,7	79,0	79,2	78,1 ab	79,2	0,0
Muro frutal	78,4	78,0 a	77,1	80,7	82,5 bc	81,2	78,4	78,3	78,3 ab	79,3	0,2
Fuseto	75,0	77,3 ab	76,3	79,9	84,0 a	81,4	78,6	78,3	77,7 ab	79,1	0,0
Solaxe	76,3	75,4 c	74,6	79,9	82,8 bc	81,2	78,4	79,6	79,1 a	78,8	-0,3
Tesa	76,6	73,9 d	74,1	79,4	82,3 bc	81,0	78,9	79,9	79,5 a	78,7	-0,5
Fus-Axe	77,2	75,6 c	73,7	79,3	81,7 c	79,7	76,8	77,2	79,6 a	77,9	-1,2
Eje Central	77,5	76,3 bc	73,2	79,9	82,8 abc	82,2	78,8	78,2	76,4 bc	78,4	-0,7
P>F ⁽³⁾	0,4241	0,0014	0,4475	0,6405	0,0373	0,4149	0,8687	0,1028	0,0084	0,1141	-

(1) Calibre medio ponderado en función de la producción anual.

(2) Diferencia respecto al Fuseto.

(3) Nivel de significación del análisis de la varianza.

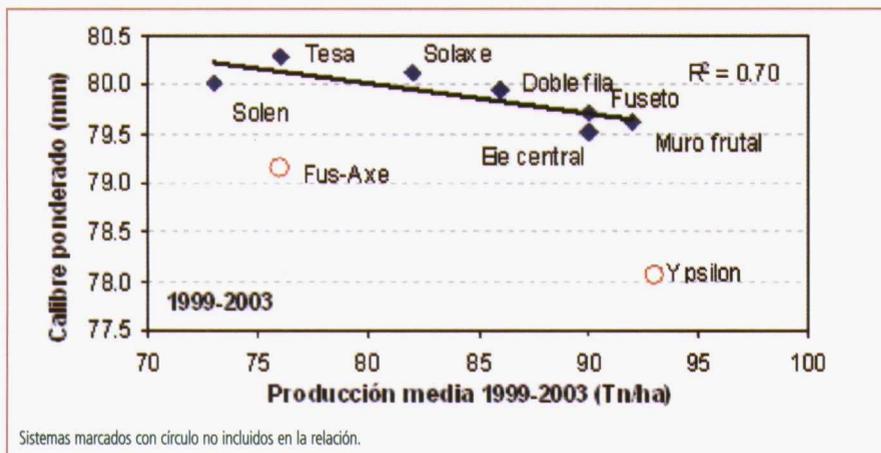
Valores en una misma columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente según test de Duncan para $\alpha:0,05$.



Los sistemas de formación con 'rama larga' (a) no permiten la poda mecánica, pero son muy productivos y permiten una rápida entrada en producción. Sin embargo, los sistemas en un único plano de producción mejoran la distribución y accesibilidad de los frutos (b).

FIGURA 4.

Relación entre la producción media de 1999-2003 (6º a 10º verde) y el calibre medio ponderado en los diferentes sistemas de formación.



Sistemas marcados con círculo no incluidos en la relación.

la plantación o, dicho de otro modo, euros ganados por cada 100 euros invertidos) o VAN (Valor Actual Neto. Esto es, el valor actualizado de las ganancias acumuladas de toda la vida de la plantación y representa los euros ganados a precio actual generados por la inversión).

Los resultados han puesto de manifiesto que los distintos sistemas son muy dispares desde el punto de vista financiero, ya que tanto los costes de plantación como los flujos de caja son bastante diferentes entre ellos. Como ejemplo, el coste de plantación que depende de la densidad y del tipo de planta utilizada, puede llegar a ser entre el 20% y el 60% más caros en los sistemas que utilizan planta con anticipados y alta densidad (caso aparte es el sistema de doble fila, que por su alta densidad es un sistema que requiere inversiones excepcionales, tres veces superiores al resto) (cuadro IV). También el coste de la actividad anual en los años de plena producción muestra claras diferencias entre los sistemas más altos y los bajos (a excepción del de doble fila), debido a los diferentes costes totales de recolección que hay entre ellos. A excepción del coste de recolección, la suma de los demás costes es muy similar para todos sistemas (figura 5).

El análisis económico de los datos obtenidos en el ensayo muestra los mejores resultados en los sistemas Fuseto y muro frutal, ya que obtienen altas producciones y bajos costes de plantación (cuadro IV). En el caso del eje central de 4 m de altura, la rentabilidad es ligeramente inferior debido a la mayor inver-

sión inicial por mayor coste en planta, y una pequeña reducción de los ingresos de los últimos cinco años por pérdida de calibre cuando los niveles productivos son altos.

El Solaxe o eje curvado, a pesar de dar una producción total inferior, ha presentado una rentabilidad económica muy próxima al eje central. Al ser una forma baja tiene un coste de manejo anual inferior a los sistemas altos, pero esta menor altura hace también que tengan una superficie productiva inferior, siendo el balance final peor que Fuseto y muro frutal. Esta reducción de la superficie productiva es aún mayor en el Solen, lo que ha provocado que al balance anual haya sido muy inferior, y por tanto, un sistema no recomendable.

En el caso del Ypsilon, aun habiendo presentado buenas producciones en los últimos años, han sido de calibre ligeramente inferior, lo que juntamente con una lenta entrada en producción ha provocado una menor rentabilidad. Un caso contrario se ha observado con Fus Axe que, aun presentando la mayor producción acumulada durante los primeros años, los calibres inferiores y el alto coste de

CUADRO IV.

Resultados del análisis económico de la inversión.

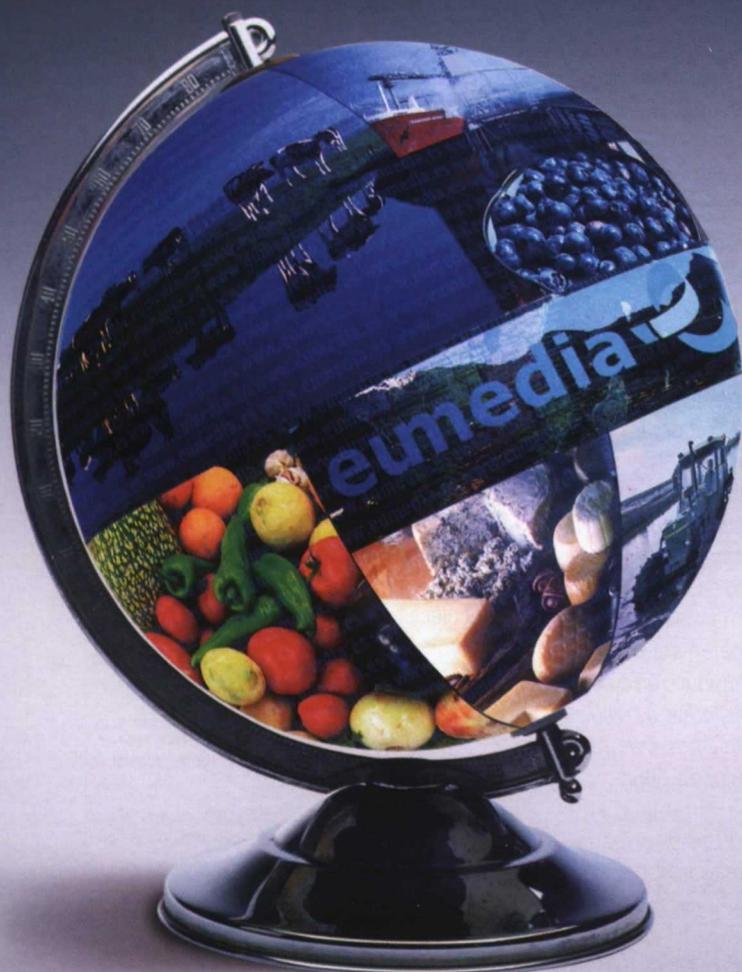
Sistemas de formación	Coste de plantación (% respecto Fuseto)	Retorno de la inversión (años)	TIR (%)	VAN (% respecto Fuseto)
DOBLE FILA	327	8	11,7	53
YPSILON	115	7	21,9	82
SOLEN	92	7	21,3	65
MURO FRUTAL	110	6	26,0	99
FUSETO	100	6	27,8	100
SOLAXE	127	6	25,2	89
TESA	111	6	25,7	82
FUS-AXE	159	6	18,9	63
EJE CENTRAL	142	6	23,5	91

Coste de la plantación y año de retorno de la inversión, así como TIR y VAN para un escenario simulado de vida útil de quince años en una situación de precio medio.

plantación han provocado bajas rentabilidades. Esta situación podría deberse a una excesiva densidad de plantación lo que pone de manifiesto la importancia de una correcta elección del marco de plantación.

Los resultados obtenidos en este y otros ensayos realizados en el IRTA, pone de manifiesto que las rentabilidades de la mayoría de

los sistemas puede diferir en un 20% aunque el manejo de cada sistema sea el adecuado, y puede ser muy superior si se utilizan sistemas muy forzados, o se dan errores de diseño como en el marco de plantación. Finalmente cabe destacar que sistemas tan dispares como el Fuseto y el muro frutal, con diferentes costes de plantación, han tenido rentabilidades prác-

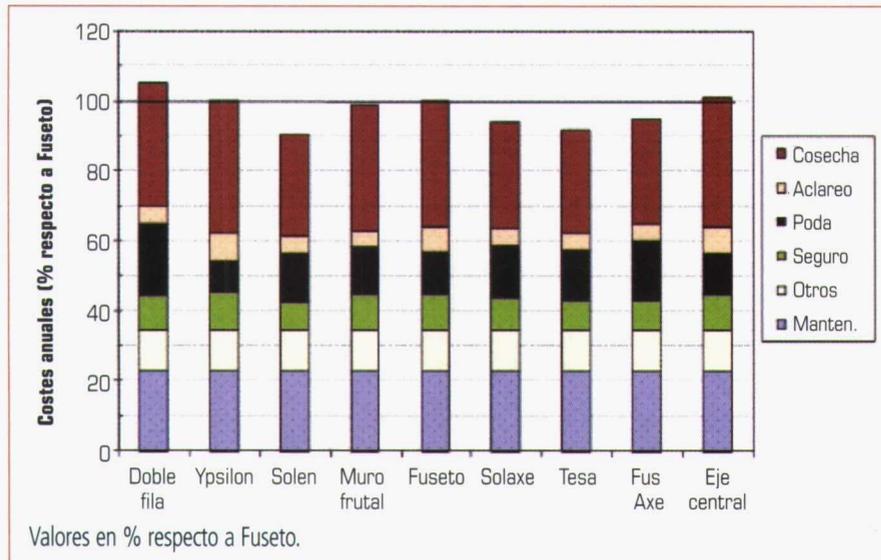


El mundo agroalimentario
es muy amplio, pero todo
está en **www.eumedia.es**
¡Visítanos!

www.eumedia.es,
el portal agroalimentario de referencia

FIGURA 5.

Costes anuales (sin amortización ni intereses) durante los últimos cinco años de ensayo en cada uno de los sistemas de formación.



El corte del eje del plantón para provocar la creación de diversas ramas principales acostumbra a retrasar la entrada en producción. Este inconveniente puede ser eludido usando planta preformada.

ticamente iguales y superiores al resto de sistemas, por lo que ambos serían recomendables en variedades tipo Golden.

Tendencias de futuro

En los últimos años se han producido cambios importantes en el sector frutícola. La falta de mano de obra cualificada y el incremento de su coste, la inestabilidad de los precios de petróleo, la desaparición de materias activas para el control sanitario y la mayor competencia en el mercado internacional están dibujando un nuevo escenario mucho más exigente para el agricultor. Este cambio debe repercutir sin duda en el diseño de las nuevas plantaciones, donde as-

pectos como la disponibilidad de mano de obra, la mecanización de las labores de poda, la eficacia de los tratamientos, la reducción de costes de recolección y la homogeneidad de la cosecha serán aspectos todavía más importantes.

En estas condiciones parece lógico pensar que aquellos sistemas que mejoren la exposición de los frutos y reduzcan la variabilidad de la producción en el árbol, pueden ser más convenientes. Sistemas como el muro frutal con un solo plano de producción o paredes de producción a base de ejes centrales con ramas cortas permiten el aclareo y poda mecanizados, mejoran la exposición de los frutos a los tratamientos fitosanitarios, mejoran la eficacia de la recolección y reducen la variabilidad respecto a sistemas con mayor volumen.

En el futuro, la previsible reducción de las materias activas disponibles para el aclareo de frutos favorecerá aquellos sistemas que no tengan ramas con excesivos puntos de fructificación y que faciliten la homogeneidad de las aplicaciones de productos o en los que pueda aplicarse aclareo mecánico. También los costes de poda y recolección deberán ser mínimos, hecho que ha llevado a la introducción creciente de la poda mecánica y a sistemas de recolección que minimicen el movimiento de las personas en altura o hacia el interior del árbol.

Conscientes de dicha dinámica, en el IRTA-Estació Experimental de Lleida se han venido realizando nuevos ensayos sobre siste-

mas de plantación y su adaptación en nuevas variedades y en diferentes especies y con diferentes podas de fructificación. Entre éstos, se están comparando sistemas tipo muro frutal respecto a sistemas tipos Solaxe. Los primeros resultados indican que aquellos sistemas con un único plano de producción y con una mayor homogeneidad del producto (mismo estado de maduración, calibre y coloración) tendrán ventajas competitivas en el futuro, hecho poco tenido en cuenta hasta el momento y que tiene una importancia creciente.

Sin embargo, la elección de uno u otro sistema puede venir y viene condicionado por la propia estructura de la explotación, la necesidad de reconversión varietal, e incluso por la propia estrategia de comercialización. Así, aquellas explotaciones ya equipadas con plataformas de recolección pueden plantearse sistemas de mayor altura; aquellos agricultores que desean una rápida entrada en producción de una nueva variedad para salir al mercado podrían apostar por sistemas que permitan la utilización de planta preformada.

Por último no se debe olvidar las características de la propia variedad. Su tipología, sus hábitos de fructificación, el porte, el vigor y hasta su sensibilidad a daños por "golpe de sol" son factores clave cuando se realiza una nueva plantación. Estos factores, que si bien son tenidos en cuenta por todo buen agricultor, no son siempre bien conocidos cuando se introduce una nueva variedad, por lo que disponer de dicha información es básico para garantizar el éxito de la inversión. ●

BIBLIOGRAFÍA

Errani, A. 1982. Recenti acquisizioni sulle forme di allevamento e sulle tecniche di potatura del melo nel Veronese. Actas de la Convención sobre "Nuovi orientamenti per la coltura del melo nel Veronese". Verona.

Lespinnasse, J.M., 1980. La conduit du pommier: L'axe vertical. La rénovation des vergers. INRA-CTIFL. P.21-65.

Lespinnasse, J.M., Delort, F. & Carbonneau, A., 1992. Conduite de «Royal Gala»: Etude comparative de différents systèmes. L'Arboriculture fruitière 449:30-36.

Masseron, A. 2002. Pommier, le mur fruitier. CTIFL. 114 pp.

Masseron, A. & Dalle, E. 1990. Tesa: un système de conduite du pommier en verger piéton. Infos-CTIFL. 66:43-44.

Masseron, A., & Roche. 1993. Pommier: Mur fruitier, récolte facilitée pour l'homme ou le robot. Infos-CTIFL. 93:31-36.

Robinson, T.L. & Hoying, S.A., 2003. What tree density and training system should NY growers use with new apple orchards?. New York Quarterly 11(1):5-8.

Siegrist, J.P. 1991. Influence de différentes techniques de plantation sur le rendement et la qualité des pommes Golden Delicious. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 23(6):393-397.