

Eficiencia agronómica de seis sistemas de formación con la variedad de melocotón 'Merrill O'Henry®' (*Prunus persica* (Batsch))

R. Núñez*, I. Iglesias**, R. Montserrat**, S. Alegre**

* Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, México

** Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA). Estació Experimental de Lleida. Avda Alcalde Rovira Roure, 191. 25196-LLEIDA

Resumen

Durante 9 años se ha estudiado en melocotonero, variedad 'Merrill O'Henry®/GF-305, el efecto de 6 sistemas de formación sobre el manejo, eficiencia productiva, producción, calidad, interceptación de la luz e incidencia de plagas y enfermedades. La plantación se ubica en la finca de Gimennells del IRTA-Estación Experimental de Lleida (NE-España). Los resultados obtenidos indican que la densidad de plantación ha afectado al vigor del árbol y ha condicionado la rapidez de entrada en producción. Al noveno año de plantación, los sistemas de mayor densidad, Ypsilon y Eje, fueron los más productivos. Sin embargo el sistema Tatura, con menor densidad de plantación, presentó mayor producción que la Palmeta. Los sistemas que presentaron el valor más alto de eficiencia productiva acumulada fueron el Tatura, el Vaso y la Palmeta, mientras que los sistemas con mayor densidad obtuvieron un valor más bajo. La mayor interceptación de luz correspondió al Tatura, el Ypsilon y el Vaso y la menor a la Palmeta, el Eje y el Doble Y. Respecto a los parámetros de calidad de la fruta, sólidos solubles, firmeza y acidez, no se han dado diferencias significativas entre sistemas. Los sistemas que mostraron los mayores calibres fueron el Doble Y, la Palmeta y el Vaso; siendo los menores para el Ypsilon, el Eje y el Tatura. El sistema-densidad afectó a la eficacia de los tratamientos fitosanitarios, presentando mayor incidencia de plagas y enfermedades el Tatura y los de menor afección el Eje y la Palmeta.

Palabras clave: vigor, precocidad, eficiencia, producción, calibre, calidad, interceptación de luz, enfermedades.

Summary

Agronomical performance of cv. 'Merrill O'Henry®' (*Prunus persica* (Batsch)) on six training systems

The study has been carried out over a nine years period in order to evaluate the effects of 6 training systems on production, quality, light interception, pest incidence and diseases by using the cv. 'Merrill O'Henry®' on GF-305 rootstock. The experimental orchard is located at the IRTA's Experimental Station of Lleida, plot of Gimennells (NE-Spain). The yields obtained suggested a relationship between tree density and tree vigour/early bearing. Based on cumulative yields, Y-shape and Axis were the most productive, due to the higher density. The best cumulative yield efficiency, was obtained with Tatura, Gobelet and Palmette, whereas high density systems provided lower values. Fruit quality, soluble solids contents and titratable acidity were not affected by training systems. The highest percentages of commercial fruit size were obtained with Double Y, Palmette and Gobelet; whereas Y-shape, vertical Axis and Tatura provided the lowest values. Tatura, Y-shape and Gobelet were the most efficient on light interception. Tree shape and density influenced pest control management, due to the direct effect of training systems on spray efficiency; thus, Tatura was the most affected by diseases and Palmette and Axis the lowest ones.

Key words: vigour, precocity, efficiency, production, fruit size, quality, light, interception, diseases.

Introducción

El melocotonero es la tercera especie de fruta dulce más producida a escala mundial, después del manzano y al peral. En los últimos años 30 años, la producción se ha incrementado en un 211 %, con un fuerte aumento en la última década, ocupando en el año 2001 una superficie de 1.814.000 ha con una producción de 13,3 millones de toneladas (Carbó e Iglesias, 2002).

El cultivo del melocotonero ha experimentado una notable evolución en lo referido a variedades, patrones, marcos de plantación y técnicas culturales. En las principales especies frutícolas se ha dado un proceso de intensificación de las plantaciones, pues se acepta que, dentro de un cierto límite, la entrada en producción es proporcional al número de plantas por hectárea o densidad. Lo anteriormente expresado es válido para cualquier especie frutal pero, en el caso particular del melocotonero, es necesario tener en cuenta que es una especie muy exigente en luz, de forma que los sombreamientos producen secado de brotes, aborto de yemas, caídas de hojas, pérdida de calidad de la fruta y también acortan el período productivo con respecto a otras especies frutales (Royo y Martínez, 1992). Por otra parte, en esta especie, no se dispone de patrones enanizantes que permitan un elevado grado de intensificación, en comparación con otras como el manzano el peral o el cerezo. Es por ello, que los sistemas de formación más utilizados en los principales países productores son del tipo vaso con densidades de plantación entre 400 y 800 árboles por hectárea.

La forma de los árboles y la densidad de plantación condicionan la rapidez de entrada en producción e influyen sobre la producción y las necesidades de obra (Delgado, 2000). La calidad de los frutos adquiere cada día mayor importancia, llegando a ser uno de los objetivos preferentes de la pro-

ducción. Las explotaciones frutales planifican su proceso productivo con la finalidad de conseguir frutos de calidad para satisfacer las exigencias del sector comercial y de los consumidores.

El presente trabajo tiene como finalidad valorar en melocotonero la eficiencia agronómica de seis sistemas de formación para hacer la elección del sistema más adecuado, buscando: precocidad de entrada en producción, fácil manejo, alta producción y calidad de la fruta.

Material y métodos

En enero de 1995, se estableció una parcela con la variedad de melocotonero 'Merrill O'Henry®' injertado sobre patrón GF-305 en la Finca de Gimeneles del IRTA-Estación Experimental de Lérida, España (41.658° N, 0.393° E y 248 m de altitud). El presente trabajo se realizó durante los años 2001, 2002 y 2003. A pesar de ello y con el objeto de poder realizar un estudio global de la evolución de diferentes variables (vigor, precocidad, producción, calidad, etc.), se han utilizado los datos disponibles de todo el ensayo, es decir desde 1995. Los sistemas de formación evaluados así como el marco de plantación, densidad por hectárea, número de árboles por fila de la parcela elemental, así como la necesidad de la estructura de apoyo se exponen en la tabla 1. El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones. En cada uno de los sistemas, la parcela elemental estuvo constituida por tres filas de árboles de 38,5 m de largo siendo la fila central la utilizada para la realización de los diferentes controles realizados. La orientación de las filas de los árboles fue en dirección Noroeste-Sureste.

Las variables determinadas fueron las siguientes: vigor, producción, peso medio y



calibre del fruto, radiación fotosintéticamente interceptada (PAR) e incidencia de enfermedades. El vigor, fue determinado anualmente desde 1997 a 2003, y se ha expresado como sección del tronco a 20 cm por encima del punto de injerto. La recolec-

ción se realizó a partir del 20 de agosto, en dos pasadas. La eficiencia productiva o índice de productividad en kg/cm² (I.P.) se calculó a partir de 1997 de forma anual y acumulada hasta el 2003, en base a la producción (kg/árbol) y a la sección del tronco (cm²).

Tabla 1. Marco de plantación, densidad y necesidad de estructura de apoyo de los diferentes sistemas de formación evaluados

Table 1. Planting distance, density, and needs of support structure for different training systems

Sistema	Marco de plantación (m)	Densidad (árboles/ha)	Parcela elemental (árboles/fila)	Estructura de apoyo
Ypsilon	5,5 x 1,75	1.038	22	No
Eje	4,5 x 1,75	1.270	22	Sí
Vaso	5,5 x 3,5	519	11	No
Doble Y	5,5 x 3,5	519	11	No
Palmeta	4,5 x 3,5	635	11	Sí
Tatura	5,5 x 3,5	519	11	Sí

Por cada sistema y parcela elemental, la producción se recolectó en dos pasadas, siendo la primera la más importante, estableciéndose como criterio de cosecha el color sobre al menos el 50% de la superficie del fruto y el calibre superior a 75mm, por debajo de este se consideró no comercializable. De la primera pasada, se tomaron 16 kg de frutos de forma aleatoria, tanto de la parte alta como de la parte baja del árbol, para determinar el peso medio del fruto, el número de frutos por categoría comercial de calibre (<70 mm -no comercial-, 70-75, 75-80, 80-85 y >85mm), el calibre medio ponderado de los diferentes sistemas en el período 1997-2002 y el porcentaje de producción comercial. De los 16 kg de cada sistema de formación y repetición se escogieron al azar 20 frutos sobre los cuales se determinaron anualmente los contenidos de sólidos solubles, la firmeza y la acidez titulable, en base a la metodología propuesta por Carbó e Iglesias (2002).

En el año 2003, noveno año de plantación, se determinó la incidencia de enfermedades en

la parte baja y alta de los árboles. Para ello y sobre dos árboles de cada sistema y repetición, situados en el centro de la línea central de cada parcela elemental, se contó el número de brotes afectados por *Pseudomonas syringae* y en cada brote afectado el número de hojas con daños por dicha enfermedad. El mismo procedimiento se utilizó para determinar los daños causados por *Taphrina deformans* (Burk).

La influencia de los sistemas de formación en la interceptación de la radiación solar, se determinó mediante un ceptómetro Sun Scan SS1-UM-1.05 (Delta-T Devices Ltd Cambridge, UK) con 64 sensores fotodiodos dispuestos linealmente en una lanza de 100 cm de longitud. La medición lumínica correspondió a la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR entre 400 y 700 nm). Para efectuar las mediciones la lanza se colocó en la misma dirección que la fila de los árboles y se registró el valor promedio de todos los sensores de la barra. Se realizaron cuatro medidas mensuales en el período mayo-agosto de

2003. Para cada sistema, por repetición, entre la fila central y la adyacente en dirección sur se marcaron 20 puntos, a una altura del suelo de 30 cm, tal como se observa en figura 1, donde se realizaron las correspondientes medidas del PAR.

El análisis estadístico de las variables estudiadas se realizó mediante el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS, Versión 8.1 (SAS, 2002), estableciéndose la

significación estadística para $P=0,05$. Cuando el análisis fue estadísticamente significativo para las diferentes variables evaluadas (F-test), se utilizó el test del Rango Múltiple de Duncan para la separación de las medias, estableciéndose un nivel de significación del 5 %. Las variables medidas en porcentaje se transformaron mediante arcoseno raíz cuadrada para su normalización, antes de realizar el análisis de la varianza.

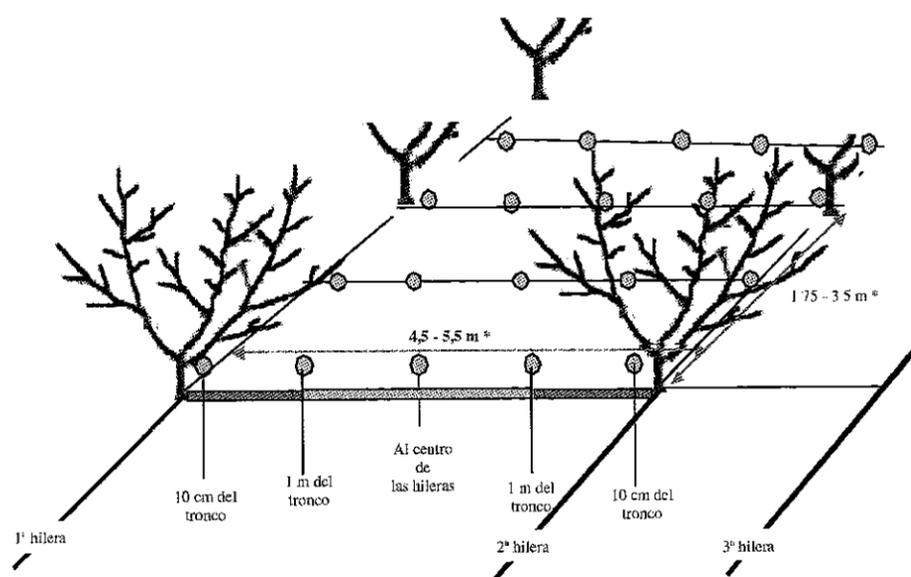


Figura 1. Esquema de la metodología utilizada para la determinación de la radiación interceptada por los diferentes sistemas de formación mediante el ceptómetro. Cada punto indica un lugar de lectura.

Figure 1. Schema of methodology used to determinate the radiation intercepted by the different training systems by the use of a ceptometre. Each point represents a place of measure.

Resultados y discusión

Vigor

A partir del 3er año y hasta el noveno, los sistemas de baja densidad (Vaso, Doble Y y Tatura), presentaron la mayor sección transversal del tronco (STT), con respecto a los de mayor densidad, dándose diferencias significativas entre los mismos (figura

2). Ello puede ser debido a que en dichos sistemas para su formación durante los primeros años, en la poda de invierno se realizaron intervenciones más severas que en el resto de los sistemas. Dichas intervenciones estimularon la actividad vegetativa y retrasaron la entrada en producción, con el consiguiente incremento de vigor, con respecto a los sistemas de mayor den-

sidad como el Ypsilon y Eje. Destacar que en el Doble Y, para mantener la altura de

2,5 m, se utilizó la poda en verde sistemáticamente.

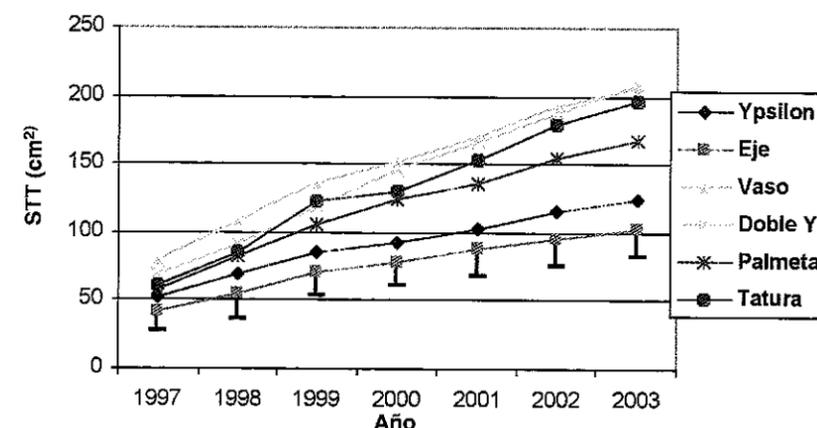


Figura 2. Evolución de la sección transversal del tronco (cm^2) de diferentes sistemas de formación en melocotonero a la largo del período 1997-2003. Los puntos corresponden a la media de tres repeticiones. Las barras verticales indican la LSD ($P \leq 0,05$) para cada año.

Figure 2. Evolution of the trunk cross-sectional area (cm^2) of several peach training systems over the period 1997-2003. Each point is the mean of 3 replicates. Vertical bars indicate the LSD ($P \leq 0,05$) for each year.

Espada et al. (2000) evaluaron los sistemas de Vaso y Eje en melocotonero con las variedades 'Jesca', 'Calante', 'CA-8' y 'Evaisa', injertados sobre GF-677, con una densidad de 277 y 555 árboles/ha, siendo también el vigor mayor en el vaso, por lo anteriormente expuesto. Corelli y Sansavini (1991) reportan que la sección transversal del tronco en melocotonero al cuarto año, para las variedades 'Flavorcrest' y 'Rubyred', fue mayor en Vaso (102 cm^2), Palmeta (94 cm^2), Eje (63 cm^2) y el Ypsilon (57 cm^2) a una densidad constante de 729 árboles/ha, obteniendo secciones similares a las del presente ensayo.

Precocidad de entrada en producción y Producción total Acumulada

Como en otras especies, en melocotonero, la rapidez de entrada en producción ha

estado directamente relacionada con la densidad de plantación, independientemente de la forma asociada a cada sistema, tal como se observa en la tabla 2. El sistema en Eje, el de mayor densidad, fue el que presentó la más alta producción acumulada en los primeros tres años (1996-1998). En el año 1999 no hubo producción debido a una fuerte granizada a principios del mes de mayo. En el 2000 no hubo diferencias entre sistemas, y estas fueron pequeñas en el año 2001. Mientras en los años 2002 y 2003 los sistemas que alcanzaron la mayor producción fueron el Ypsilon y el Tatura, éste último de baja densidad de plantación, comportándose el resto de forma similar.

Al noveno año de cultivo los sistemas de mayor producción acumulada fueron el Ypsilon y el Eje. Sin embargo, el sistema Tatura, con menor densidad, presentó

mayor producción que la Palmeta, tal como se observa en la tabla 3. Es por ello que las producciones acumuladas en el periodo 1996-2003 no han mostrado una relación

directa con la densidad de plantación, y se han relacionado más con el volumen final de copa de los árboles (datos no expuestos) y con la interceptación de la luz.

Tabla 2. Producciones anuales y acumuladas (kg/ha) en el periodo 1996-2003 de diferentes sistemas de formación en melocotonero

Table 2. Annual and cumulative yields (kg/ha) over 1996-2003 period, of different peach training systems

Sistema	1996 2º año	1997 3º año	Acumulada 1996-1998	2000 6º año	2001 7º año	2002 8º año	2003 9º año	Acumulada 1996-2003
Ypsilon	3.851 b	21.955 a	61.908 ab	42.243 a	41.080 a	45.703ab	60.314 a	251.248 a
Eje	6.890 a	22.793 a	67.985 a	43.127 a	41.454 a	42.198 b	53.860 b	248.624 a
Vaso	1.766 bc	20.147 a	56.379 bc	40.907 a	35.103 ab	41.929 b	50.359 b	224.677 c
Doble Y	1.585 c	16.128 b	45.000 e	39.035 a	29.725 b	32.555 c	45.876 b	192.191 d
Palmeta	3.686 bc	16.173 b	53.331 cd	40.428 a	42.006 a	39.139 b	48.222 b	223.126 c
Tatura	2.104 bc	14.650 b	47.501 de	43.580 a	37.525 a	50.485 a	58.443 a	237.534 b

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente, según el Test de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

Una experiencia realizada en Francia con las variedades 'Manon' y 'O'Henry®' conducidos en Doble Y y en Ypsilon; puso de manifiesto que el Doble Y presentó mejor calidad de ramos mixtos, pero fue de mas lenta entrada en producción que el Ypsilon, debido a una menor densidad de plantación (Delgado, 2000), resultados coincidentes con los obtenidos en el presente ensayo. En otra experiencia similar, Blanc y Arregui (1999), evaluaron con cuatro variedades de pavia los sistemas Vaso (marco de plantación a 5x3,5m), Doble Y (marco 5x3m), Ypsilon (marco 5x5m) y Palmeta (marco 5x5m), resultando el Doble Y él de más rápida entrada en producción y la Palmeta el sistema más lento en entrar en producción, debido probablemente a que la distancia entre árboles e hileras fue distinta. En el presente ensayo el comportamiento de los sistemas ha sido diferente, dado que la Palmeta ha sido más precoz que el Doble Y.

Peso medio del fruto

En la tabla 3 se expone el peso medio del fruto correspondiente a los diferentes sistemas. En el primer año se encontraron mínimas diferencias estadísticas, siendo el sistema Ypsilon el que presentó los frutos de menor peso debido probablemente a que fue de los sistemas de mayor densidad. En el 2000 hubo ligeras diferencias, siendo el Ypsilon y el Tatura los que mostraron los frutos de menor peso. En el 2001 y 2002, no se encontró diferencia estadística entre sistemas. En el año 2003 en todos los sistemas, con diferencias estadísticas entre ellos, disminuyó el peso medio del fruto con respecto al obtenido otros años. Los sistemas que alcanzaron el mayor peso fueron la Palmeta, el Vaso y el Eje; mientras que el Tatura fue el de menor peso.

Marini y Sowers (2000) observaron, en la variedad 'Norman' conducida en Vaso y

Tabla 3. Peso medio del fruto (g) correspondiente a diferentes sistemas de formación de melocotonero. Valores medios anuales para el periodo 1998-2003
Table 3. Average fruit weight (g) of different peach training systems. Annual mean values obtained over 1998-2003 period

Sistema	1998 4º año	2000 6º año	2001 7º año	2002 8º año	2003 9º año
Ypsilon	209,3 b	182,7 b	223,7	263,2	208,3 ab
Eje	222,6 a	198,3 ab	224,5	269,7	213,8 a
Vaso	232,0 a	194,0 ab	232,6	277,6	216,8 a
Doble Y	228,4 a	199,3 a	229,0	285,7	210,4 ab
Palmeta	232,2 a	190,6 ab	229,4	283,7	222,3 a
Tatura	228,8 a	182,7 b	227,6	279,6	197,4 b

Valores con la misma letra en la columna no difieren significativamente, según el Test de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

densidades de 740 y 370 árboles por hectárea, que el peso medio del fruto disminuyó al aumentar la densidad, probablemente debido a una menor disponibilidad de luz. Sassella (1997) evaluó los sistemas Ypsilon y Fuseto (densidad 556 árboles/ha), Palmeta y Vaso (333 árboles/ha) en melocotonero con las variedades 'Redhaven' y 'Spring Crest', utilizando el patrón GF-305, encontrando una interacción significativa *sistema de formación x variedad*, dado que con 'Redhaven' el Ypsilon presentó el mayor peso medio, mientras con 'Spring Crest' fue la Palmeta el sistema con un peso de fruto superior.

Los datos obtenidos en el presente ensayo muestran que la densidad apenas afectó al peso del fruto, dado que la disponibilidad de luz no se vio limitada en ningún caso, al tratarse de densidades óptimas para cada sistema. A lo largo del periodo de estudio, el Ypsilon fue el sistema con frutos de menor peso, en cambio la Palmeta fue de los sistemas que produjeron frutos de mayor peso. A pesar de ello dichas diferencias no fueron siempre significativas a lo largo de los años.

Calibre

El calibre medio ponderado de las producciones de los diferentes sistemas en el periodo 1997-2002, así como los porcentajes de producción comercial obtenidos, se exponen en la tabla 4. Con respecto al calibre <70mm (no comercial), se dieron diferencias significativas entre sistemas, correspondiendo los mayores porcentajes a los sistemas con mayor densidad, el Ypsilon, el Eje y el Tatura. No hubo diferencias en los intervalos superiores, a excepción del Ypsilon que obtuvo el porcentaje más bajo en las categorías mas altas, 22,6% en 80-85 y 11,0% en >85mm. En lo que respecta al porcentaje de producción comercializable, los sistemas que mostraron los mayores porcentajes fueron el Doble Y, la Palmeta y el Vaso; mientras que el Ypsilon, el Eje y el Tatura obtuvieron los valores más bajos.

Caruso et al. (1998) utilizando los sistemas Ypsilon y Eje con 'Spring Lady', densidad de 1111 árboles/ha y altura de 4,5 m, obtuvieron con el Ypsilon los mejores resultados, especialmente en la parte media del árbol, situándose los calibres no comerciales en la parte baja. Corelli y Sansavini (1991) evaluando los sistemas de Vaso, Palmeta, Eje e

Ypsilon, con las variedades 'Flavorcrest' y 'Rubired', con una densidad de 729 árboles/ha; encontraron que el Ypsilon proporcionó el mayor porcentaje de fruta comer-

cial. En el presente ensayo fue el Ypsilon el que presentó el porcentaje más bajo de fruta comercial, debido probablemente a la mayor densidad de plantación.

Tabla 4. Porcentajes ponderados de la producción correspondientes a los diferentes intervalos de calibre (en mm) de los diferentes sistemas de formación y porcentajes no comercializables. Valores medios correspondientes al período 1997-2002

Table 4. Averages of yield by fruit size intervals (mm), and averages of yield corresponding to different peach training systems. Mean values obtained over 1997-2002 period

Sistema	<70 mm	70 - 75	75 - 80	80 - 85	>85mm	% comercial
Ypsilon	12,7 a	22,3	31,3	22,6 b	11,0 b	87,3
Eje	9,7 ab	20,3	29,6	25,7 ab	14,6 ab	90,3
Vaso	7,0 bc	17,3	27,7	30,6 a	17,3 ab	93,0
Doble Y	5,3 c	19,6	32,3	28,0 ab	14,6 ab	94,6
Palmeta	6,3 c	17,6	29,7	25,7 ab	20,7 a	93,7
Tatura	9,6 ab	18,3	27,6	24,6 ab	19,6 a	90,3

Valores con la misma letra en la columna no difieren significativamente, según el Test de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$)

Marini y Sowers (2000) observaron, con la variedad 'Norman', que a medida que se incrementaba la densidad de plantación disminuía el porcentaje de fruta comercializable. Marini et al. (1995), con la variedad 'Sweet Sue', obtuvieron mayores calibres con el sistema Vaso que con el Eje. En el presente ensayo el Vaso proporcionó los mejores calibres comerciales, constatándose que además de la densidad, tanto la forma del árbol como la carga son factores muy importantes a considerar sobre el tamaño del fruto.

Parámetros de calidad de los frutos

Los valores medios de firmeza, contenidos de azúcares solubles y acidez titulable, obtenidos a lo largo del período 1997-2002, no muestra diferencias significativas atribuibles al efecto del sistema de formación (datos no expuestos). Estos resultados son coincidentes a los expuestos por Hilaire y

Giauque (2002) que encontraron para el cultivar 'O'Henry' de 11-13° Brix y una acidez de 9-11 g/l, considerando a esta variedad de sabor equilibrado. De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo, únicamente en el año 2000, los sistemas Tatura, Ypsilon y Doble Y superaron este valor.

Eficiencia productiva o índice de productividad (I.P.)

Todos los años, a excepción de 1997, se dieron diferencias significativas entre sistemas en lo referido a eficiencia productiva. En general, fueron el Tatura, la Palmeta y el Vaso, los sistemas que alcanzaron los valores más altos de eficiencia; siendo inferior para el Doble Y. En cuanto a eficiencia productiva acumulada, el sistema Tatura fue el que presentó el valor más alto; mientras el Doble Y obtuvo el valor más bajo (tabla 5).

Tabla 5. Índice de productividad anual y acumulado (kg/cm^2) de diferentes sistemas de formación en melocotonero a lo largo del período 1997-2003

Table 5. Annual and cumulative yield efficiency (kg/cm^2) corresponding to different peach training systems over 1997-2003 period

Sistema	1997 3 ^{er} año	1998 4 ^o año	2000 6 ^o año	2001 7 ^o año	2002 8 ^o año	2003 9 ^o año	I.P. acumulado
Ypsilon	0,40	0,50 c	0,44 b	0,38 ab	0,38 bc	0,36 b	1,95 b
Eje	0,43	0,55 bc	0,43 b	0,37 ab	0,35 bc	0,35 b	1,91 b
Vaso	0,49	0,61 abc	0,52 b	0,40 ab	0,42 b	0,41 b	2,10 ab
Doble Y	0,44	0,58 abc	0,51 b	0,35 b	0,33 c	0,33 b	1,78 b
Palmeta	0,44	0,64 ab	0,51 b	0,48 a	0,40 bc	0,39 b	2,10 ab
Tatura	0,47	0,69 a	0,64 a	0,47 a	0,54 a	0,51 a	2,32 a

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente, según el Test de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$)

Los resultados obtenidos coinciden con los expuestos por Hutton et al. (1987) que observaron, con la variedad 'Yanco Queen', una mayor eficiencia productiva del Tatura con respecto a la Palmeta. Espada et al. (2000) evaluaron los sistemas de Vaso y Eje en las variedades 'Jesca', 'Calante', 'CA-8' y 'Evaisa' sobre GF-677 a una densidad de 277 y 555 árboles/ha, obteniendo una eficiencia productiva acumulada al octavo año de 1,32 kg/cm^2 para el Eje y de 1,41 para el Vaso, muy inferiores a los obtenidos en el presente ensayo.

Radiación fotosintéticamente activa (PAR) interceptada

Respecto a la radiación interceptada, se han observado diferencias significativas entre sistemas, tal como se observa en la tabla 6, donde se han representado los porcentajes de luz interceptada (PAR) desde mayo a agosto del 2003.

El sistema de formación que interceptó el mayor porcentaje de radiación a las 10:00 am hora solar del mes de mayo, fue el Tatura, siendo el Ypsilon el que interceptó menos luz. Para los diferentes meses (mayo

a agosto) y de forma general se observa que a las 6:00 am hora solar, los sistemas que lograron interceptar/captar más radiación, fueron el Tatura, seguido del Eje y del Ypsilon; mientras que los de menor captación fueron el Vaso, el Doble Y y la Palmeta. A las 8:00 am hora solar de los meses de Junio, Julio y Agosto, los sistemas que presentaron el porcentaje más alto de radiación interceptada fueron el Tatura y el Ypsilon; en cambio la Palmeta presentó menos captación. A las 10:00 am hora solar, el sistema que también mostró más intercepción fue el Tatura, y el de menor el Eje y la Palmeta, obteniendo con el resto valores intermedios (tabla 6).

El promedio de las 10 lecturas realizadas desde mayo hasta agosto de 2003, pone de manifiesto que los sistemas que interceptaron mayor radiación fueron el Tatura con 82,8 %, el Ypsilon con 71,3 % y el Vaso con 70,8 %; mientras que los de menor captación de luz fueron el Doble Y, el Eje y la Palmeta (tabla 6).

Los valores porcentuales de radiación interceptada por los diferentes sistemas así como de la radiación directa incidente en tres horas (hora solar) de la mañana del día 6 de

agosto de 2003 (día soleado), se exponen en la figura 3, (ver figura 1 metodología). Se observa que fue también el Tatura el más efectivo, seguido por el Ypsilon; la menor interceptación correspondió a la Palmeta y al Eje. Dichos resultados son similares a los expuestos en la tabla 6 y muestran diferencias importantes entre sistemas, debidas a

diferencias en la distribución espacial (ocupación del espacio) de la copa de los mismos. Ello se ha traducido en capacidades de interceptación de radiación y consecuentemente en áreas de sombreado y eficiencias productivas muy diferentes, mayores en el caso de la Tatura, tal como se ha expuesto en la tabla 5.

Tabla 6. Porcentajes de luz interceptada por los diferentes sistemas de formación, en el período mayo-agosto de 2003 y a diferentes horas del día

Table 6. The effect of different peach training systems on light intercepted, over May-August 2003 period and at different day times

Sistema	Mayo 10:00	Junio 6:00	Junio 8:00	Junio 10:00	Julio 6:00	Julio 8:00	Julio 10:00	Agosto 6:00	Agosto 8:00	Agosto 10:00	Promedio
Ypsilon	49,1	77,3b	65,3b	58,4c	83,3ab	77,0b	71,6b	87,8ab	74,7b	68,4b	71,3 b
Eje	58,8	78,2b	61,6b	65,1b	83,7ab	71,5bc	66,8c	86,3bc	62,5c	60,9c	69,5 b
Vaso	56,0	73,5b	60,5bc	68,7b	76,6c	70,7c	69,2bc	86,9bc	76,1b	69,9b	70,8 b
Doble Y	57,9	76,2b	63,7b	68,5b	77,6bc	72,1bc	71,8b	84,5cd	70,9b	70,6b	70,7 b
Palmeta	52,3	74,2b	56,0c	60,2c	80,8bc	64,1d	59,6d	82,4d	57,9c	59,6c	64,2 c
Tatura	63,1	84,5a	83,4a	75,3a	89,2a	85,9a	83,6a	90,6a	85,7a	81,9a	82,8 a

Valores con la misma letra en la columna no difieren significativamente, según el Test de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$)

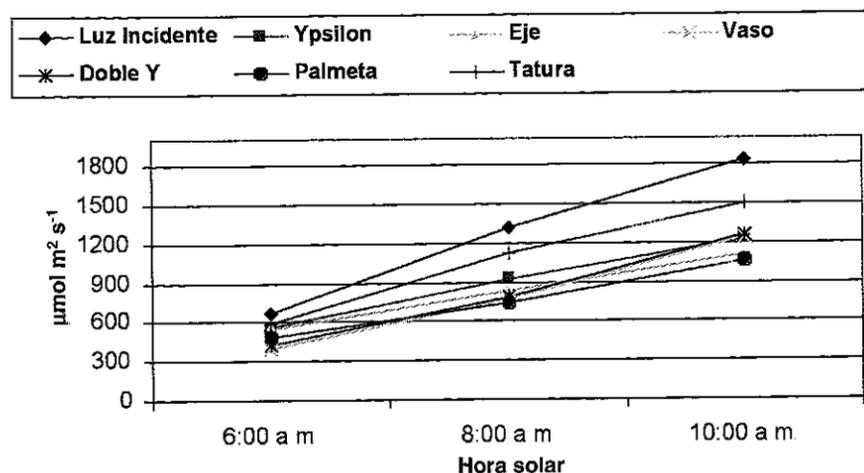


Figura 3. Efecto de diferentes sistemas de formación en los valores de luz interceptada ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en tres horas del día, 6 agosto de 2003. Las barras verticales indican la LSD ($P \leq 0,05$) para cada fecha y para el promedio.

Figure 3. Values of light intercepted ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) affected by different peach training systems on three times of 6th August 2003. The vertical bars indicate the LSD ($P \leq 0,05$) for each date and for the average.

Grossman y DeJong 1998, reportaron que la cantidad de luz interceptada en melocotonero se incrementa a medida que avanza la temporada, debido al crecimiento en volumen de la copa del árbol. Papasergio (1996) y Reighard y Okie (2000) mencionan que el sistema de Tatura, en el sur de Italia, y las formas en V o Y, en el sureste de los Estados Unidos, fueron las que más radiación interceptaron. Dichos resultados coinciden con los expuestos en el presente ensayo, ya que efectivamente tanto el Tatura como el Ypsilon, fueron las formas con mayor interceptación, lo que estuvo relacionado un mayor cuajado de frutos (datos no mostrados) y una mejor calidad de los ramos mixtos (datos no expuestos).

Corelli et al. (2000) en melocotoneros de 5 años de la variedad 'Stark Red Gold' sobre patrón franco, estudiaron tres sistemas de formación: Palmeta (densidad 727 árboles/ha), Vaso retardado (densidad 545 árboles/ha) y Ypsilon (1274 árboles/ha). El sistema que captó más luz fue el Ypsilon (68-85 %), seguido por el Vaso retardado (48-58 %) y por la Palmeta (45-55 %). En el presente ensayo, los sistemas se han comportado de forma similar, coincidiendo con el porcentaje captado por el Ypsilon; en cambio la Palmeta captó más luz de la que mencionan dichos investigadores, debido probablemente a la edad de los árboles o bien a su forma.

Incidencia de enfermedades

El sistema de formación influyó en la incidencia de las principales enfermedades, observándose diferencias significativas entre sistemas.

Daños por *Pseudomonas syringae*

El número de ramos mixtos y hojas dañados por *P. syringae* en abril de 2003, para

los diferentes sistemas, se expone en la tabla 7. En cuanto al número de ramos dañados por árbol, los sistemas que resultaron más afectados fueron el Tatura, el Vaso y el Ypsilon, en cambio los menos dañados fueron el Eje, la Palmeta y el Doble Y. Los daños más fuertes se concentraron en los ramos de la parte alta de los árboles, siendo el Tatura el sistema más afectado. Sin embargo a principios de mayo los daños desaparecieron, debido al desarrollo de los brotes y a las condiciones climáticas menos favorables; ya que en ese período aumentaron las temperaturas y disminuyó la humedad.

Hilaire y Giauque (2002) señalan en el valle del Rhône (Francia) la variedad de melocotón 'O'Henry'® como sensible a la bacteria *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. En el ensayo no se detectó la presencia de esta bacteria, pero sí de *Pseudomonas syringae*; aunque con daños y síntomas no coincidentes con los mencionados por dichos investigadores.

Aulagnier (1996) menciona que las variedades 'Maycrest', 'Springlady' y 'Flavorgold' son sensibles a la bacteriosis originada por *Pseudomonas syringae* en la región frutícola Rhône-Alpes (Francia). En las variedades tempranas el daño fue mayor, debido a las bajas temperaturas y a la mayor humedad ambiental, que favorece el desarrollo de este patógeno. En 'O'Henry'® la sensibilidad fue menor, debido a que brota más tarde y las condiciones ambientales solamente favorecieron el ataque durante la primera semana de abril. En base a ello se deduce que la afección depende principalmente de la época de floración-inicio de vegetación de la variedad en cuestión y de las condiciones ambientales del año, especialmente humedad y temperatura.

Tabla 7. Número de ramos mixtos y hojas dañados por *Pseudomonas syringae* en la parte baja y alta según los diferentes sistemas de formación en melocotonero año 2003

Table 7. Number of shoots and leaves damaged by *Pseudomonas syringae* on the top and medium part of the tree affected by different peach training systems in 2003

Sistema	Número de ramos			Número de ramos afectados en:		
	Total	Parte baja	Parte alta	1 hoja	2 hojas	>3 hojas
Ypsilón	11 b	4 a	7 b	6 bc	4 b	1 ab
Eje	1 c	0 b	1 c	1 c	0 c	0 c
Vaso	12 b	4 a	8 b	8 ab	4 ab	1 ab
Doble Y	4 c	4 a	8 b	2 c	1 c	0 c
Palmeta	3 c	0 b	3 c	2 c	1 c	0 c
Tatura	20 a	3 a	17 a	11 a	6 a	3 a

Los valores seguidos de la misma letra en la columna no difieren significativamente, según el Test de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

Daños por *Taphrina deformans* (Burk)

La afección por esta enfermedad mostró diferencias estadísticas entre sistemas. En la tabla 8 se expone el número de ramos mixtos y hojas dañados por *Taphrina deformans* (Burk) en la primera semana de mayo del 2003, observándose una mayor afección en la parte alta de los árboles.

Por el número de ramos afectados, el sistema Tatura resultó el más dañado por este hongo, tanto en la parte alta como en la parte baja, siendo mayor el porcentaje de los síntomas para ramos que presentaron una hoja dañada. La incidencia de este hongo se vio favorecida por las precipitaciones que se presentaron en el mes de abril.

Tabla 8. Número de ramos mixtos y hojas afectados por *Taphrina deformans* Burk, en diferentes sistemas de formación en melocotonero, año 2003

Table 8. Number of shoots and leaves damaged by *Taphrina deformans* Burk, affected by different peach training systems in 2003

Sistema	Número de ramos			Número de ramos afectados en:			
	Total	Parte baja	Parte alta	1 hoja	2 hojas	3 hojas	>4 hojas
Ypsilón	19 b	4 bc	15 b	12 bc	5 b	1 b	1 b
Eje	3 b	1 c	2 b	2 c	1 b	0 b	0 b
Vaso	33 b	9 bc	24 b	24 b	7 b	2 b	0 b
Doble Y	9 b	19 b	22 b	13 bc	4 b	1 b	1 b
Palmeta	6 b	2 c	4 b	5 c	1 b	0 b	0 b
Tatura	149 a	41 a	108 a	46 a	28 a	28 a	47 a

Los valores seguidos de la misma letra en la columna no difieren significativamente según el Test de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

Aulagnier (1996) indica que las variedades de melocotón 'Maycrest', 'Springlady' y 'Flavorgold' en Vaso fueron muy susceptibles a *Taphrina deformans* (Burk), detectándose también diferencias entre sistemas. Los resultados obtenidos en el ensayo muestran que el Vaso presentó daños por este patógeno aunque menos intensos que los mencionados por este autor, al tratarse de diferente variedad y de diferentes condiciones climáticas.

Conclusiones

A partir de los resultados expuestos, pueden extraerse las siguientes conclusiones.

La densidad de plantación influyó significativamente en el vigor del árbol, estando éste relacionado con la densidad de plantación. Independientemente del sistema de formación a mayor densidad menor fue la sección transversal de tronco y viceversa.

La densidad de plantación determinó la rapidez de entrada en producción, observándose una relación directa entre la densidad de plantación y la producción obtenida por hectárea.

Los sistemas de mayor producción acumulada fueron el Eje y el Ypsilon, al disponer de mayor densidad de plantación. Sin embargo, el Tatura presentó mayor producción que la Palmeta a pesar de la menor densidad, debido a la mayor interceptación de radiación.

El sistema que presentó mayor eficiencia productiva acumulada fue el Tatura, seguido por el Vaso y la Palmeta; mientras los sistemas de mayor densidad el Ypsilon, el Eje y el Doble Y obtuvieron valores inferiores.

Los sistemas que interceptaron los mayores porcentajes de radiación fueron el Tatura, el Ypsilon y el Vaso, correspondiendo el menor

a la Palmeta. Sin embargo este sistema presentó una buena eficiencia productiva y buen calibre.

En cuanto a la calidad de los frutos, los sistemas que mostraron los mayores porcentajes de calibres comerciales fueron el Doble Y, la Palmeta y el Vaso; mientras que el Ypsilon, el Eje y el Tatura obtuvieron los valores más bajos.

El sistema de formación no afectó a los parámetros de calidad de los frutos: sólidos solubles, firmeza y acidez.

El sistema que presentó mayor incidencia de enfermedades fue el Tatura y los de menor daño fueron el Eje y la Palmeta. La forma y la densidad de los árboles según cada sistema, afectaron a la aplicación y eficiencia de los productos fitosanitarios.

Bibliografía

- Aulagnier M, 1996. Pêches label rouge de la Drome. Une analyse régionale des potentialités qualitatives. L'arboriculture Fruitière, 497: 34-41.
- Blanc P, Arregui M, 1999. Pêchê de conserve. La paviè revue au gout du jour. L'arboriculture Fruitière, 533: 33-36.
- Carbó J, Iglesias I, 2002. Melocotonero. Las variedades de más interés. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Barcelona (España), 287 pp.
- Caruso T, Di Vaio C, Inglese P, Pace LS, 1998. Crop load and fruit quality distribution within canopy of 'Spring Lady' peach trees trained to 'Cental Leader' and 'Y shape'. Acta Horticulturae, 465: 621-628.
- Corelli L, Sansavini S, 1991. Forme di allevamento, efficienza degli impianti e qualità delle pesche. Rivista di Frutticoltura 6: 13-24.
- Corelli L, Ravaglia G, Magnanini E, 2000. Light conversion efficiency as affected by training

- system in peach. Dipartimento di Colture Arboree- Universita di Bologna (Italia).
- Delgado M, 1992. Pêcher taille et éclaircissage, un équilibre á trouver. L'arboriculture Fruitière, 446: 32-36.
- Delgado M, 2000. Technique pechers. Les formes semi-piétonnes ont la cote. L'arboriculture Fruitière, 534: 32-35.
- Espada CJL, Romero SJ, Segura GJ, 2000. Adaptación de clones seleccionados de melocotonero 'Calanda Tardío' al sistema de conducción en Eje Central. Revista ITEA 21: 159-162.
- Giauque P, 2003. Conduite du verger de pêcher. Recherche de la performance. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (Ctifl), 90-91.
- Grossman YL, DeJong, T.M., 1998. Training and pruning system effects on vegetative growth Potential, light interception and cropping efficiency in peach trees. Journal American Society of Horticultural Science, 123 (6): 1058-1064.
- Hilaire C, Giauque P, 2002. Le pêcher. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (Ctifl), 205-207.
- Hutton RJ, McFadyen M, Warwick JL, 1987. Relative productivity and yield efficiency of Canning peach trees in three intensive growing systems. HortScience, 22(4): 552-560
- Marini RP, Sowers D, Marini MC, 1995. Tree Form and Heading at Planting affect peach tree yield and crop value. HortScience, 30(6): 1196-1201.
- Marini RP, Sowers DS, 2000. Peach fruit weight is influenced by crop density and fruiting shoot length but not position on the shoot. Journal American Society of Horticultural Science, 119 (2): 180-184.
- Papasergio R, 1996. La peschicoltura nella piana di Sibari. Rivista di Frutticoltura, 2: 51-53.
- Reighard GL, Okie WR, 2000. Current peach production practices including nex Training systems in the Southeastern, EEUU. pp.112-118. En: VI Simposium Internacional sobre frutales de clima templado, Cuauhtémoc, Chihuahua (México).
- Royo DJB, Martínez LT, 1992. Sistemas de formación en melocotonero. Fruticultura Profesional, 46: 22-31.
- SAS, 2002. SAS/STAT Guide for personal computers Versión 8.1. SAS Institute, Inc.:Cary N.C.
- Sassella A, 1997. Influence de l'association variété; porte-greffe et forme de conduite Sur le comportement du pecher au Tessin. Revue Suisse Vitic. Arboric., 29(4): 197-202.
- Wünsche J, Lakso A, Robinson L, 1996. The bases of productivity in apple production systems: The role of light interception by different shoot types. Journal American Society of Horticultural Science, 121(5): 886-893.

(Aceptado para publicación el 17 de enero de 2006).