



Tres años de ensayos de poda mecánica y manual en limonero 'Fino 95'

B. Martín-Gorriz¹, A. Torregrosa², C. Martínez Barba¹

¹ Universidad Politécnica de Cartagena. Dpto. Ingeniería Agronómica. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena (Spain). E-Mail: b.martin@upct.es

² Universitat Politècnica de València. Dpto. Ingeniería Rural y Agroalimentaria. Valencia (Spain). Camino de Vera s/n. 46022 Valencia. E-mail: torregro@dmata.upv.es

Resumen: La poda manual de limoneros en el sureste de España supone aproximadamente el 39% del total de los costes de mano de obra del cultivo. La poda mecánica se puede integrar en una estrategia de gestión del cultivo para reducir los costes de poda; sin embargo no es una técnica que está ampliamente aceptada entre los agricultores, entre otros motivos, por la falta de estudios rigurosos con variedades y formas de cultivo que justifiquen sus posibles ventajas. En este trabajo se exponen los resultados de una experiencia de tres años para evaluar el potencial de la poda mecánica combinada con poda manual en limoneros 'Fino 95'. Los parámetros analizados han sido producción, calibre, calidad de la fruta, características de la biomasa podada y productividad de la labor. Se han realizado cinco tipos de tratamientos de poda: (1) poda manual (control) y cuatro intensidades de poda mecánica que tienen en común la poda de faldas y copa; y en las que la intensidad de poda mecánica se incrementó a medida que la intensidad de la poda manual se reducía; (2) poda mecánica de faldas y copa con repaso manual, (3) poda mecánica de faldas, copa y un lado del árbol; y poda manual del otro lado del árbol, (4) poda mecánica de faldas, copa y un lado del árbol, y (5) poda mecánica de faldas, copa y los dos lados del árbol. Estos tratamientos se han repetido durante tres años con alternancia de tipo de poda en el mismo bloque creando cinco tratamientos plurianuales. La principal conclusión del trabajo es que el tratamiento plurianual que alternó anualmente poda mecánica y manual, o bien el tratamiento de solo poda mecánica los tres años obtuvieron la mayor producción comercial acumulada. Por otro lado, los tratamientos con poda manual y mecánica el mismo año han obtenido la menor producción comercial acumulada.

Palabras clave: Citrus, Manejo de cultivos, Mecanización, Limón, Citrus sinensis.

1. Introducción

La poda más la eliminación de restos de poda consumen del orden la tercera parte de la mano de obra utilizada en el cultivo de los cítricos en España (excluida la recolección), con unas 95 horas anuales por ha [1], por lo tanto, es una tarea que interesa mecanizar para reducir los costes del cultivo. El triturado mecánico de los restos de poda ha permitido reducir los costes de eliminación de los restos, pero aún falta mucho camino por recorrer en la poda.

La poda mecánica no selectiva comenzó a realizarse en cítricos de forma experimental en los años 50 en USA, demostrándose que la poda mecánica complementada con poda manual podía reducir los costes en un 30-50% sin afectar a la producción ni a la calidad [2].

En España se realizaron los primeros ensayos en los años 70 - 80 [3, 4, 5]. En los ensayos de Zaragoza y Alonso [4, 5] se comparó la no-poda con poda manual, poda mecánica y poda

mecánica complementada con poda manual, tras un año de poda, el siguiente se dejaban todos los árboles sin podar, el experimento se desarrolló durante 4 años y en dos variedades 'Washington navel' y 'Salustiana'. Observaron que el año en que se realizaba la poda, la producción de los tratamientos podados disminuía respecto al tratamiento de no poda, pero el año siguiente, en que se dejaban todos los árboles sin podar, las producciones se igualaban. En el promedio de los dos bienios, se observó que en la variedad 'W. navel' en todos los tratamientos de poda, la producción fue inferior a la de los árboles sin podar (14%) sin diferencias apreciables entre los tratamientos de poda, mientras que en la variedad 'Salustiana', no hubo diferencias entre los árboles no podados o podados a mano, pero sí las hubo respecto a los podados mecánicamente, que tuvieron una reducción de producción del 17% respecto a los primeros, sin observarse diferencias entre los podados mecánicamente con repaso o sin él. El tamaño de los frutos fue inversamente proporcional a la producción, pero no se observaron diferencias en contenidos en azúcares, acidez o índice de madurez entre los tratamientos de poda.

En otros países mediterráneos como Italia o Turquía, también se han realizado experimentos de poda mecánica con resultados similares [6, 7, 8, 9].

Está comprobado que el año en que se practica la poda mecánica, se reduce la producción, pero si se analiza el efecto de la poda a lo largo de varios años, este efecto adverso se diluye porque el árbol compensa en los años sin poda, la producción perdida en los años de poda mecánica, seguramente debido a la acumulación de reservas y a una mejor iluminación [4, 8, 10, 11, 12, 13, 14].

Algunos autores, como Kallsen [13] comparan diversas intensidades de poda, corte cenital (topping) mecánico a varias alturas, así como varias intensidades de poda manual, con la no-poda, observando que en todos los casos, a mayor intensidad de poda, mayor reducción de la producción, con independencia del tipo de poda aplicado.

En el mismo sentido, Joubert et al. [15] en Sudáfrica observan el efecto de una prepoda severa y ligera combinadas con repaso manual en naranjos (cv. 'Valencia' y cv. 'Navel') y pomelos que habían crecido demasiado, solapándose en exceso. Tras tres años de experiencias comprobaron que todos los sistemas de poda ensayados daban una mayor producción que el control sin podar, pero la mejor combinación fue la de prepoda de los laterales con una inclinación de 10-20° combinada con una poda selectiva (manual) 2 a 3 veces al año. La prepoda formando un plano inclinado, además de favorecer la penetración de la luz a la parte baja del árbol, favorece que la producción se concentre en la zona baja que es más fácil de alcanzar en la recolección manual.

En la citricultura valenciana, se le da mucha importancia a las "faldas" de los árboles porque es una zona muy productiva, sin embargo, ensayos realizados de recorte de las mismas (skirting) con prepodadoras, han mostrado que la producción total del árbol no disminuye, y en cambio se facilita la recolección mecánica y se reducen los problemas de contagios por hongos del suelo, además de afectar al microclima del árbol [11, 16, 17].

Similares resultados encontraron Santarosa et al. [18], quienes utilizaron la poda combinada con el aclareo para regular el tamaño y vecería de naranjos. Según Sauls [11] la vecería se puede controlar con la poda mecánica realizando la misma tras un año de baja producción, que se espera sea la antesala de un año muy productivo.

La poda mecánica permite controlar las dimensiones de los árboles, lo que facilita la realización de otras labores, como los tratamientos fitosanitarios y la recolección tanto manual como mecánica [19].

Actualmente, la poda mecánica, utilizada bien sola o bien combinada con poda manual, se emplea de manera habitual en algunas explotaciones españolas, pero es una técnica que no está ampliamente aceptada entre los agricultores, entre otros motivos, por la falta de estudios con variedades y formas de cultivo más próximas a las suyas que le permitan valorar con certeza sus posibles ventajas. En experiencias realizadas en el periodo 2009-2012, por investigadores de la

UPCT y UPV [20] se evaluó el potencial de la poda mecánica combinada con poda manual en mandarinos 'Fortune', obteniendo como principal conclusión que la alternancia entre poda mecánica y manual es recomendable; en cambio, el tratamiento continuado de poda mecánica durante dos años seguidos reduce sustancialmente la producción. Como continuación del trabajo anteriormente citado en 2016 se inició una experiencia de cuatro años para evaluar el potencial de la poda mecánica combinada con poda manual en limoneros 'Fino 95'. A continuación se exponen los resultados de los tres primeros años de ensayos.

2. Materiales y métodos

2.1 Parcela y cultivo

Los ensayos se han realizado en una parcela de limoneros (*Citrus limon L. Burm F.*) de la variedad 'Fino' injertados sobre *Citrus macrophylla* de la finca El Cañarico, ubicada en Alhama de Murcia (Murcia). El terreno es una ladera con orientación N, presentando una pendiente transversal descendente S-N del 6-11 % y una pendiente longitudinal (E-O) que no se cuantificó por ser mínima y variable a lo largo de las calles. Los árboles estaban plantados en mesetas casi triangulares, con alturas comprendidas entre los 0.75-1 m de altura, siendo más pronunciada la altura en la cara Norte que en la Sur, dada la dirección transversal de la pendiente. El marco era de 7,5 x 6 m, 222 árboles/ha. El cultivo disponía de una fila de goteros ubicada en la cima de los caballones. El terreno era bastante pedregoso.

2.2. Equipos empleados

La poda manual se realizó con serruchos y tijeras de una mano, todos ellos de accionamiento manual. Los podadores eran una cuadrilla especializada que realiza habitualmente este trabajo en la finca.

La poda mecánica se realizó con una prepodadora de discos de la marca 'Industrias David' (www.industriasdavid.com), que constaba de cinco discos de corte montados linealmente sobre un brazo articulado. El tractor utilizado fue un Kubota M8540 Narrow de 63,7 kW de potencia. Con esta podadora mecánica no se pudieron cortar las faldas, ya que el último disco no es articulado, por lo que las faldas se recortaron con un cortasetos manual de la marca STIHL HS-82 R 60 cm.

2.3. Diseño de experimentos

En la Fig. 1 se muestra la distribución de los ensayos en campo en el primer año. Se realizaron 5 repeticiones por tratamiento (poda controlada de 75 árboles y medición de la producción y calibres de un árbol de cada tres de los que forman la repetición, en total 25 árboles), distribuyendo los tratamientos al azar en el campo.

X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA
X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA
3 – 6 septiembre 2019, Huesca – España

Árbol	1	2	3	4	5
1	Manual	FTD	FTDR	FTR	FTDI
2	Manual	FTD	FTDR	FTR	FTDI
3	Manual	FTD	FTDR	FTR	FTDI
4	FTDI	Manual	FTD	FTDR	FTR
5	FTDI	Manual	FTD	FTDR	FTR
6	FTDI	Manual	FTD	FTDR	FTR
7	FTR	FTDI	Manual	FTD	FTDR
8	FTR	FTDI	Manual	FTD	FTDR
9	FTR	FTDI	Manual	FTD	FTDR
10	FTDR	FTR	FTDI	Manual	FTD
11	FTDR	FTR	FTDI	Manual	FTD
12	FTDR	FTR	FTDI	Manual	FTD
13	FTD	FTDR	FTR	FTDI	Manual
14	FTD	FTDR	FTR	FTDI	Manual
15	FTD	FTDR	FTR	FTDI	Manual

Figura 1. Distribución de los ensayos del primer año.

Los tratamientos planteados para los cuatro años de ensayos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos planteados para cuatro años de ensayos.

Tratamiento plurianual	Tratamiento anual				Observaciones
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
1	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
2	FTDI	Manual	FTDI	Manual	Totalmente mecanizado, alternado con manual
3	FTR	FTR	FTR	FTR	Manual, pero con faldas y topping mecánicos
4	FTDR	FTIR	FTDR	FTIR	Mecánico por un lado y repaso por el otro, alternando los años
5	FTD	Manual	FTI	Manual	Variante del tratamiento 2 con poda mecánica por un solo lado

Leyenda: Manual = control; F = faldas; T = topping; D= lado derecho (Sur); I = lado izquierdo (Norte); R = repaso manual.

La unidad experimental fue el árbol, pero se eligieron 3 árboles sucesivos para cada tratamiento, con lo que la producción y los calibres se controlan en el árbol central de cada tríada, pues los árboles extremos se pueden ver afectados por las condiciones de borde.

Las variables medidas en el momento de la poda fueron: (1) capacidad de trabajo de las máquinas y podadores; (2) biomasa cortada; (3) diámetro de las ramas cortadas a nivel del corte; (4) ancho de las calles antes y después de la poda; (5) altura de los árboles antes y después de la poda; (6) altura de las faldas antes y después de la poda; y (6) estado fenológico del cultivo. Las variables medidas en el momento de la recolección fueron: (1) producción de los árboles experimentales (peso de todos los limones del árbol y (2) calibres (por muestreo, 60 limones/árbol experimental).

El 'repaso' consistió en la poda manual del 1/2 árbol cuyo lateral no había sido prepodado. Por lo tanto, los tratamientos con repaso, consistieron en poda mecánica de 1/2 árbol, sin repaso alguno y poda manual del otro 1/2 árbol. En el caso de los árboles con las dos caras prepodadas, el repaso consistió en podar manualmente el árbol entero.

La poda mecánica de los laterales consistió en el pase de la prepodadora en posición casi vertical recortando una pequeña cantidad de las ramas que invadían la calle.

El topping se realizó colocando la barra de corte en posición ligeramente ascendente desde la calle hacia la fila de los árboles.

La poda se realizó el primer año el 10-18 de marzo de 2016, el segundo años el 15-17 de marzo de 2017 y el tercer año el 16 de febrero y 6 de marzo de 2018.

El tratamiento estadístico de los datos se ha realizado con el software Statgraphics Centurion XVII (<http://www.statgraphics.com/>) empleando principalmente Análisis de la varianza (ANOVA) y comparación de medias.

3. Resultados y discusión

3.1. Tiempo de trabajo

La tabla 2 muestra la capacidad de trabajo (h/ha) por tratamiento para los tres años de ensayo. Se observa que la capacidad de trabajo del tratamiento 1 (poda manual control los tres años) varía sustancialmente de un año al siguiente a pesar de haberla realizado la misma cuadrilla de operarios los tres años. El tratamiento 2 tiene una reducción de tiempo considerable en los años de poda mecánica (año 1 y 3); siendo el tratamiento 5, con solo poda mecánica, el de mayor reducción de tiempo respecto al control.

Tabla 2. Tiempo de trabajo (h/ha) por tratamiento para los tres años de ensayo.

Tratamiento plurianual	Tratamiento anual	Tiempo de trabajo (h/ha)		
	Año 1-año 2-año 3	2016	2017	2018
1	Mctr-Mctr-Mctr	107	56	75
2	FTDI-M-FTDI	7	109	7
3	FTR-FTR-FTR	100	77	47
4	FTDR-FTIR-FTDR	64	79	45
5	FTD-FTI-FTD	5	5	5

En la tabla 3 se muestra el coste anual y acumulado de la poda por tratamiento y porcentaje respecto al tratamiento control (trat. 1). Los costes han sido calculados con los precios pagados en la zona para estas tareas (8 €/h para la poda a mano y 35 €/h para la poda con propodadora y tractor). EL coste de los tratamientos en los que se hizo poda mecánica y repaso manual el mismo año (trat. 3 y 4) no supone ningún ahorro económico. Sin embargo, el coste acumulado del tratamiento 2 fue del 71% respecto al tratamiento control (trat. 1) y el del tratamiento 5 del 29%.

Tabla 3. Coste anual y acumulado de la poda por tratamiento y porcentaje respecto al tratamiento control (trat. 1).

Tratamiento plurianual	Tratamiento anual	Coste anual			Coste Acumulado	Porcentaje (%)
	Año 1-año 2-año 3	2016	2017	2018		
1	Mctr-Mctr-Mctr	858	444	600	1902	100
2	FTDI-M-FTDI	244	868	244	1356	71
3	FTR-FTR-FTR	892	714	469	2075	109
4	FTDR-FTIR-FTDR	657	748	499	1903	100
5	FTD-FTI-FTD	183	183	183	549	29

3.2. Biomasa podada

La Fig. 2 muestra la biomasa podada por tratamiento durante los tres años del ensayo. En los tratamientos en los que se realiza poda a mano se elimina mayor cantidad de biomasa que en los tratamientos de poda mecánica. Con la poda a mano se eliminan ramas de mayor calibre (datos no mostrados) que con la poda mecánica en que solo se eliminan las ramas exteriores.

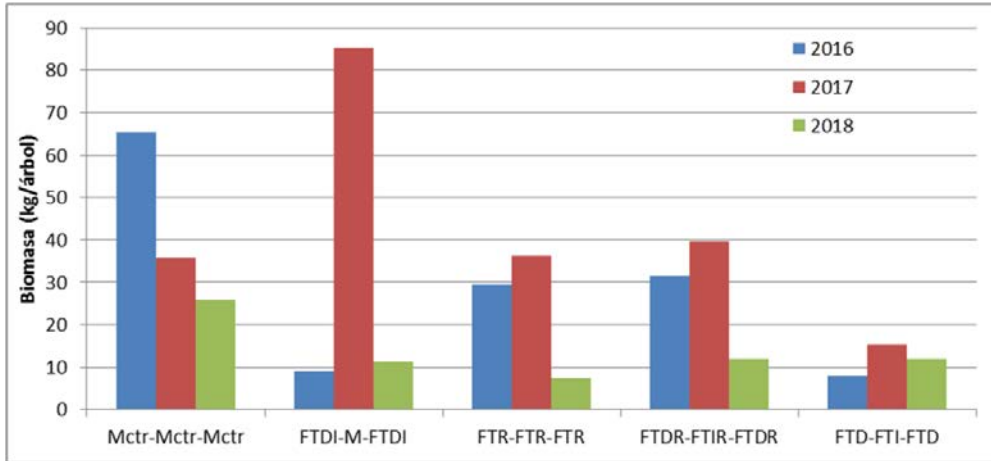


Figura 2. Biomasa podada por tratamiento durante los tres años.

La Fig. 3 muestra la biomasa acumulada durante los tres años en cada tratamiento de poda. La mayor cantidad de biomasa se elimina en el tratamiento control (Mctr), al realizar poda manual los tres años, así como en el FTDI-M-FTDI, al haber realizado el segundo años poda manual (Fig. 2). Se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos excepto en los que se hizo repaso manual [FT(D/I)R] y FTR.

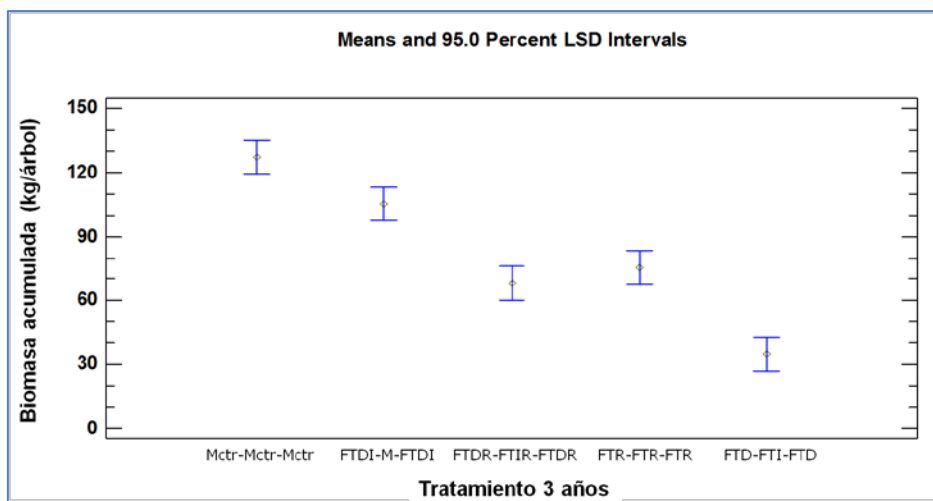


Figura 3. Análisis de medias para intervalos de confianza 95% LSD para valores medios acumulados de biomasa podada en tres años.

3.3. Producción y calibre de los frutos

3.3.1. Producción

La Fig. 4 muestra la producción anual por tratamiento durante los tres años. Se observa un aumento de la producción en todos los tratamientos durante los tres años de ensayo; siendo mayor en el último año, en la mayor parte de tratamientos.

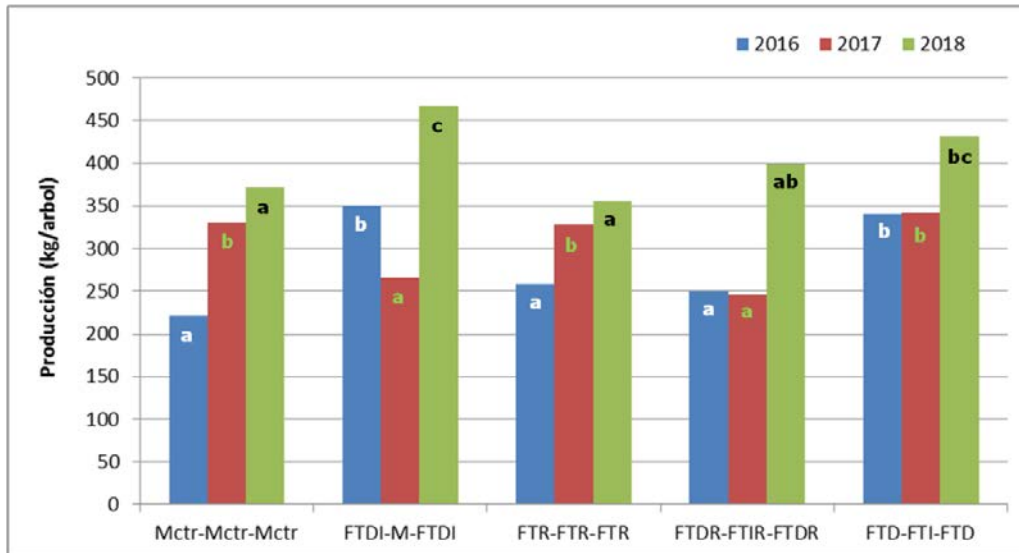


Figura 4. Producción anual por tratamiento durante los tres años. Columnas con letras diferentes en el mismo año muestran diferencias significativas entre tratamientos según test de Fisher (LSD) al 95.0%.

La Fig. 5 muestra la producción media acumulada durante los tres años de ensayos por tratamiento. El análisis de varianza de producción acumulada en función del tratamiento de poda, muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Cuando se aplica el test LSD se observa que en los tratamientos en los que hubo poda mecánica durante los tres años (FTD-FTI-FTD) o bien alternancia entre poda mecánica y manual (FTDI-M-FTDI) la producción media acumulada fue mayor. Los tratamientos con mayor intensidad de poda; ya sea poda manual (Mctr) o poda mecánica con repaso a mano (FTDR, FTR), muestran una producción significativamente menor.

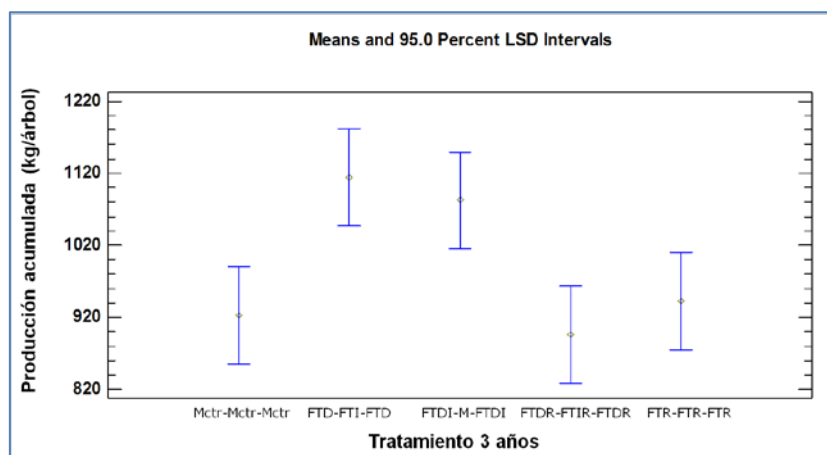


Figura 5. Análisis de medias para intervalos de confianza 95% LSD para la producción acumulada de tres años por tratamiento.

3.3.2. Calibres

La Fig. 6 muestra el calibre medio anual por tratamiento y año. En general el calibre medio de la fruta en todos los tratamientos se ha reducido respecto a 2016. Por otra parte, se observa que existe relación entre la reducción del calibre y el aumento de la producción a lo largo de los tres años de ensayo (Fig. 4 y Fig. 6). El análisis estadístico de regresión entre producción y calibre muestra una correlación para todos los tratamientos durante los tres años del 57% con una R^2 de 32%.

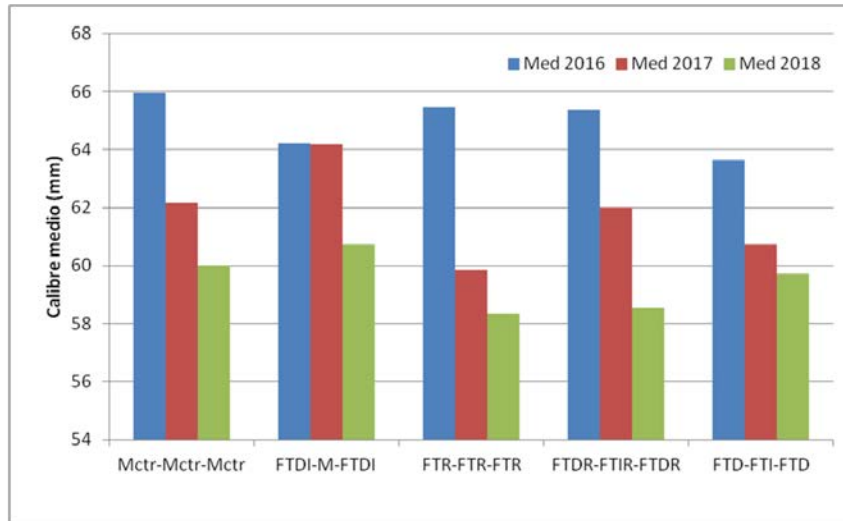


Figura 6. Calibre medio anual por tratamiento y año.

La Fig. 7 muestra el calibre medio por tratamiento de los tres años. El calibre medio del tratamiento FTDI-M-TFDI fue similar al tratamiento control (Mctr). El calibre medio fue inferior en los tratamientos en los que se realizó poda mecánica y manual el mismo año.

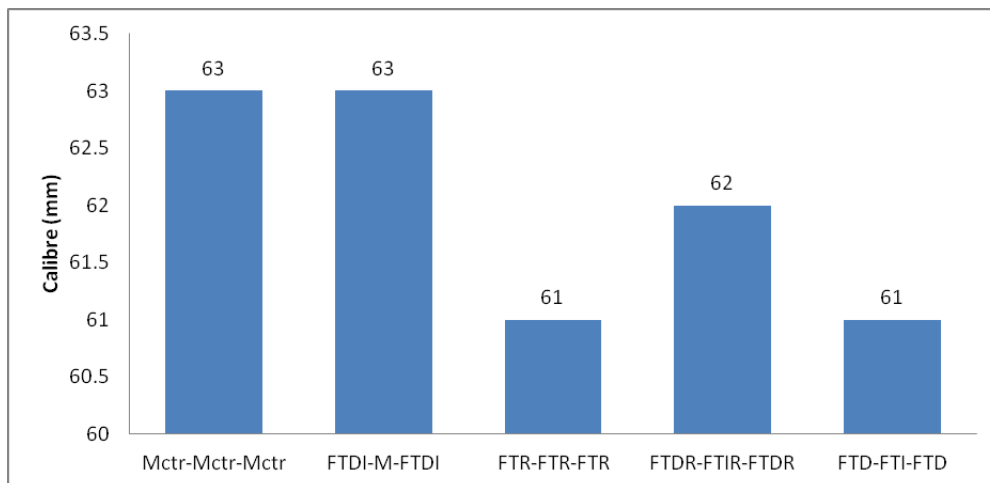


Figura 7. Calibre promedio de los tres años, por tratamiento.

La Fig. 8 muestra el porcentaje anual de frutos de calibre comercial (mayor de 58 mm). El calibre comercial, al igual que el calibre medio, también ha disminuido respecto a 2016. La mayor disminución en el calibre se ha producido en el tercer año; que coincide con el mayor aumento de producción (Fig. 4). Una posible causa ha podido ser que en 2018 la fecha de

recolección se ha retrasado dos meses respecto a la fecha de recolección del año anterior a causa de los bajos precios del limón en este último año. Las fechas de recolección han sido el 21 de diciembre de 2016, 4 de diciembre de 2017 y 5 de febrero de 2019.

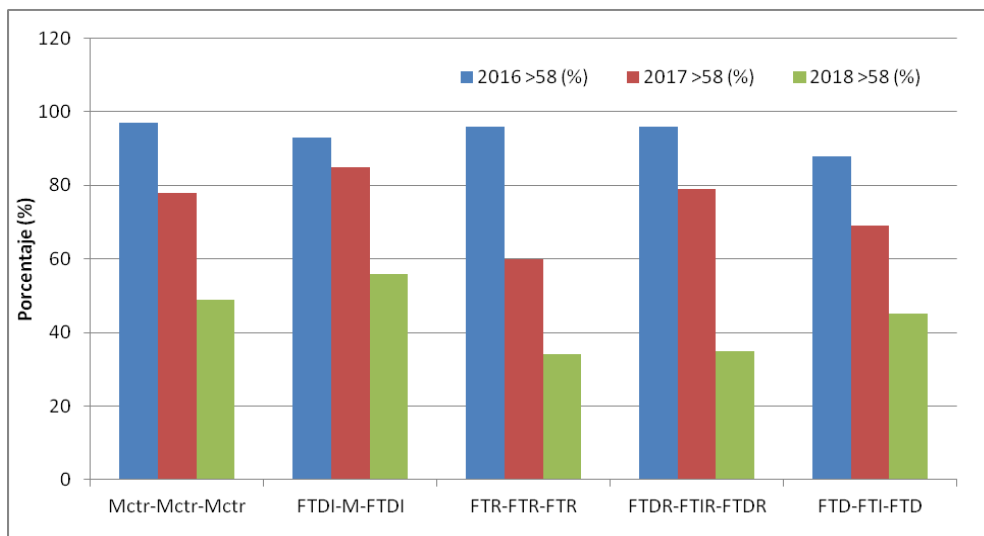


Figura 8. Porcentaje de frutos de calibre comercial por tratamiento y año.

La Fig. 9 muestra la producción comercial acumulada, es decir de calibre superior a 58 mm, por tratamiento. Se observa que los tratamientos con repaso de poda manual (FTR y FTDR) son los de menor producción comercial acumulada de los tres años, sin embargo los tratamientos podados solo mecánicamente y alterna mecánica y manual cada año (FTD-FTI-FTD y FTDI-M-FTDI) son los de mayor producción comercial acumulada de los tres años. El tratamiento de poda a mano (Mctr) tiene una producción intermedia.

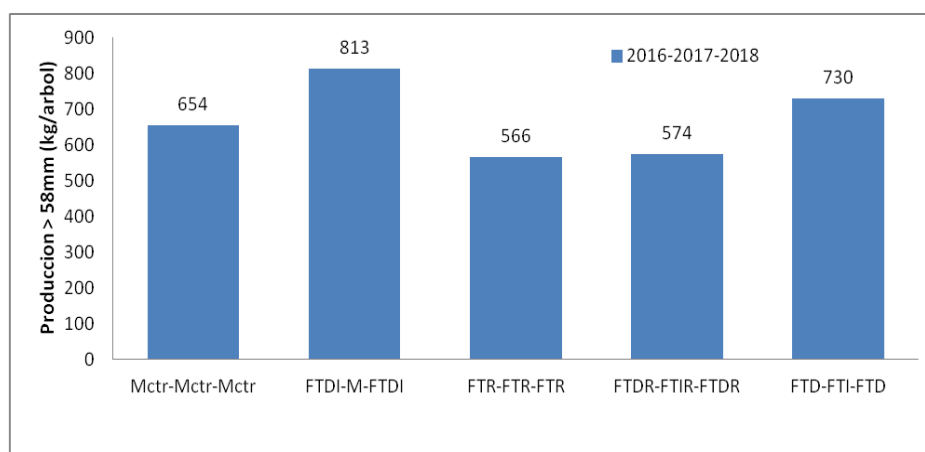


Figura 9. Producción comercial acumulada de los tres años (kg/árbol) por tratamiento.

4. Conclusiones

Las principales conclusiones del trabajo después de tres años de ensayo son:

- Los tratamientos plurianuales sin poda manual han obtenido mayor producción, sin afectar significativamente al calibre.

- Los tratamientos plurianuales con poda manual y mecánica el mismo año han obtenido calibres medios inferiores y menor porcentaje de calibres comerciales.
- El tratamiento FTDI-M-FTDI se considera una alternativa interesante a la poda manual (control) al haber obtenido mayor producción con calibre medio similar y menor coste.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado mediante el proyecto RTA2014-00025-C05-02 del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y mediante fondos FEDER.

Referencias

1. Juste F., Martín B., Fabado F., Moltó E. 2000. Estudio sobre la reducción de los costes de producción de cítricos mediante la mecanización de las prácticas de cultivo. *Comunidad Valenciana Agraria* 12: 23-29.
2. Moore P.W. 1958. Mechanical pruning for citrus. *California Agriculture* 11: 7-13.
3. Ortiz-Cañavate J. 1979. Mechanical pruning of citrus. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Tecnología Agraria* 5: 155-167.
4. Zaragoza S., Alonso E. 1980. La poda mecanizada de los agrios en España. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie: Producción Vegetal* 12: 157-180.
5. Zaragoza S., Alonso E. 1981. Citrus pruning in Spain. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 172-175.
6. Giametta G., Zimbalatti G. 1992. Three-years experiments of citrus fruit mechanical pruning. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 2: 693-696.
7. Spina P., Giuffrida A., Melita E. 1984. Comparative trials of citrus mechanical and aided pruning. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 106-109.
8. Yildirim B., Yesiloglu T., Incesu M., Kamiloglu M., Ozguven F., Tuzcu O., Aka Y. 2010. The effects of mechanical pruning on fruit yield and quality in 'Star Ruby' grapefruit. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8 (2): 834-838.
9. Raciti G., Spina P., Scuderi A., Intrigliolo F. 1982. Tre anni di potatura meccanica degli agrumi in Italia. *Frutticoltura* 44: 35-46.
10. Rouse B., Parsons L., Wheaton T.A. 2006. Hedging, topping and skirting trees in the citrus canker era. *Citrus Industry* 12:1-2.
11. Sauls J.W. 2008. Citrus pruning. *Texas Citrus and Subtropical fruits*. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/pruning/L2308.htm> (Acceso 14 de marzo de 2018).
12. Mendonça V., Ramos J.D., Neto S.E.A., Rufini J.C.M. 2008. Production of 'Poncan' tangerine tree after pruning recovery. *Ciencia e Agrotecnologia* 32 (1): 103-109.
13. Kallsen C.E. 2005. Topping and manual pruning effects on the production of commercially valuable fruit in a midseason Navel Orange variety. *HorTechnology* 15 (2): 335-341.
14. Fallahi E., Kilby M. 1997. Rootstock and pruning influence on yield and fruit quality of 'Lisbon' lemon. *Fruit Varieties Journal* 51(4): 242-246.
15. Joubert F.J., Plessis M.H., Stassen P.J.C. 2000. Pruning strategies to alleviate overcrowding in higher density citrus orchards. *Journal Applied Horticulture* 2(1): 1-5.
16. El-Zeftawi B.M. 1976. Response of "Navel" orange trees to skirting. *Scientia Horticulturae* 5 (1): 59-63.
17. Morales P., Davies F.S. 2000. Pruning and Skirting Affect Canopy Microclimate, Yields and Fruit Quality of 'Orlando' Tangelo. *HortScience* 35(1):30-35.
18. Santarosa E., Koller O.C., Petry H.B., Casamali B. 2010. Frequência e intensidade de poda em pomar jovem de laranjeiras 'Valência' sob manejo orgânico. *Ciência Rural Santa Maria* 40 (10): 2081-2085.
19. Boswell S.B., Ede L.L., McCarty C.D. 1977. Effect of training young lemon trees for limb-shaker mechanical harvest on yield and tree trunk growth. *HortScience* 12 (4): 352-353.
20. Martín-Gorriç B., Porrás Castillo I., Torregrosa A. 2014. Effect of mechanical pruning on the yield and quality of 'Fortune' mandarins. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12(4): 952-959.