

Análisis de diferentes estrategias de poda mecanizada sobre la producción de naranja variedad Navel y sus costes

Guillermo Mateu¹, Antonio Torregrosa², Florentino Juste², Bernardo Martín-Gorriz³, Patricia Chueca¹

¹ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Ctra. CV- 315, km. 10. 46113 Moncada (Valencia). España.
E-mail: mateu_gui@gva.es ; chueca_pat@gva.es

² Universitat Politècnica de València-DIRA. Camino de Vera s/n 46022 Valencia. España. E-mail:
torregro@dma.upv.es; flojuspe@alumni.upv.es;

³ Universidad Politécnica de Cartagena. Área de Ingeniería Agroforestal. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena (Murcia). E-Mail: b.martin@upct.es;

Resumen

La rentabilidad de la citricultura española está sufriendo grandes reducciones debido al incremento de los costes de producción y a los bajos precios percibidos por el agricultor.

De las operaciones de cultivo, la poda se realiza de manera manual y puede suponer hasta un 11,7 % de los costes totales de producción. El objetivo de este estudio es conocer el efecto de diferentes estrategias de poda mecánica frente a la poda manual sobre la producción de naranjas en la variedad 'Navel Foios' y determinar sus costes.

Para ello, se llevó a cabo en una parcela comercial ubicada en Alcublas (Valencia) un ensayo con un diseño experimental de bloques al azar en el que se evaluaron durante una campaña seis estrategias de poda: control (C) (sin poda), poda manual (M) (realizada con sierra manual y tijeras de podar), y cuatro intensidades de poda mecanizada mediante el uso de una podadora de discos: FTDI (Falda, Altura, Lateral lados derecho e izquierdo), FTR (Falda, Altura, Repaso manual), FTDR (Falda, Altura, Lateral lado derecho, Repaso manual), FTD (Falda, Altura, Lateral lado derecho). Cada tratamiento se realizó sobre 3 árboles sucesivos y se consideró el árbol central como unidad experimental. Se realizaron 3 repeticiones por tratamiento.

La poda mecánica redujo sustancialmente los costes de poda mientras que no se encontraron diferencias significativas de producción entre los tratamientos. Estos resultados se contrastarán con los resultados obtenidos en las próximas campañas.

Palabras clave: podadora de discos, mecanización, capacidades de trabajo, cítricos

Analysis of the different mechanical pruning strategies on the production of Navel oranges and its costs

Abstract

The profitability of citriculture in Spain is undergoing considerable reductions due to the increasing production costs and the low prices perceived by the farmers.

Among the farming operations, pruning is done manually, which can lead to an increase in total production costs of up to 11.7%. The objective of this study is to understand the impact of the different mechanical pruning strategies against manual pruning on the production of *Navel Foios* orange variety and to determine their costs.

For the purpose of this study, a trial with random blocks experimental design was carried out in a commercial orchard located in Alcublas (Valencia). In one season, six pruning strategies were assessed: control (C) (no pruning); manual pruning (M) (with hand saw and pruning shears); and four mechanical pruning intensities using a disc pruner: FTDI (Skirting, Topping, Hedging both sides), FTR (Skirting, Topping, Manual), FTDR (Skirting, Topping, Hedging Right side, Manual), FTD (Skirting, Topping, Hedging Right side). Each treatment

was performed on 3 successive trees, the middle one was considered the experimental unit. 3 repetitions of each treatment were carried out.

Mechanical pruning reduced the pruning costs considerably, and significant differences in production were not observed between the treatments. These results will be compared with those obtained in the following seasons.

Keywords: disc pruner, mechanization, work capacity, citrus

1. Introducción

España es el sexto productor de cítricos a nivel mundial y el primer exportador para su consumo en fresco, al que destina alrededor del 50% de su producción. De ahí que los cítricos sean un producto clave en la economía agraria española. La superficie total destinada al cultivo es de alrededor de 300 000 ha y se concentra principalmente en la Comunidad Valenciana, Andalucía y la región de Murcia. De esa superficie total el 50 % se destina al cultivo de naranjo, el 36 % al de mandarino y el 14 % restante al limonero (MAGRAMA, 2015).

Pese a la importancia económica y social de la citricultura, las rentas de los agricultores están sufriendo grandes reducciones debido principalmente a un incremento constante de los costes de producción, al aumento de los precios de los bienes de equipo, de las materias primas y de la mano de obra, a lo se suma el estancamiento o incluso reducción de los precios percibidos por los agricultores en la últimos años.

La comercialización de los cítricos está organizada de tal forma que el precio que recibe el agricultor se realiza por descuento: las cadenas de alimentación fijan un precio al consumidor, sobre éste, la cadena de distribución descuenta su beneficio, después, los centros de acondicionamiento del producto (centrales y almacenes de confección) deducen su beneficio. Por último, los recolectores descuentan sus costes. Al final del proceso, el productor recibe un precio que no le permite obtener beneficios y, en los últimos años, incluso supone graves pérdidas económicas. Esta manera de fijar el precio que recibe el agricultor, que se conoce como venta "a resultados", hace que el elemento de la cadena que más riesgos corre es el que menos rentabilidad obtiene del proceso.

Una manera de que los agricultores aumenten su nivel de renta es disminuir los costes de producción. En España éstos son muy elevados, de hecho superan ampliamente los costes de producción de los países competidores en mercados exteriores, como es el caso de EE.UU. (Florida o California) o incluso de los países que compiten directamente en el mercado europeo como Marruecos, Egipto o Israel (Juste et al., 2000).

En general, la poda en cítricos España se realiza de forma manual. Para realizar la poda manual y la eliminación de los restos de poda con la trituradora se emplean alrededor de 69 h/ha, lo que supone un 11,6% de los costes totales de producción (Juste et al., 2000). Mecanizar la poda daría lugar a un mayor margen de beneficios para los agricultores siempre que esta no afecte a la producción o a la calidad de la fruta.

En USA la poda mecánica comenzó a realizarse de forma experimental en los años 50, 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 del limón (Moore, 1958). En España se realizaron los primeros ensayos en los años 70 - 80, observaron que en el año de la poda, el rendimiento de los árboles podados disminuyó con respecto a los árboles sin podar, pero al año siguiente, cuando todos los árboles seguían sin podar, los rendimientos eran similares en todos los tratamientos. En promedio, para los dos bienios, el rendimiento en todos los tratamientos de poda de las naranjas de "Washington Navel" fue menor que en los tratamientos no podados (14%). En las naranjas 'Salustiana', sin embargo, no hubo diferencias entre los árboles sin podar o podados a mano, pero hubo una reducción del 17% en el rendimiento de los que fueron podados mecánicamente con respecto a los que no se podaron (Ortiz-Cañavate, 1979; Zaragoza, 1980 y 1981). Está demostrado

que el año en que se practica la poda mecánica, se reduce la producción, pero si se analiza el efecto de la poda mecánica a lo largo de varios años, este efecto se diluye porque el árbol compensa en los años que no reciben poda, la producción perdida en los años en que reciben poda mecánica (Zaragoza y Alonso, 1980; Fallahi y Kilby, 1997; Kallsen, 2005; Rouse et al., 2006; Sauls, 2008; Mendoça et al., 2008; Yildirim et al., 2010; Martín-Górriz et al., 2014):

El objetivo de este estudio es conocer el efecto de diferentes estrategias de poda mecánica frente a la poda manual sobre la producción y calidad de naranjas en la variedad 'Navel Foios' y determinar sus costes.

2. Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en una parcela comercial de naranjos de la variedad 'Navel Foios' injertada sobre 'Citrange carrizo' con una superficie de 0,3 ha situada en el municipio de Alcublas (Valencia: coordenadas 39°43'6.47"N, 0°38'35.05"W). El marco de plantación es de 6 m × 3 m y los árboles están plantados sobre una meseta de unos 35 cm de alto. La altura media de la copa, antes de la poda, era de 2,56 m, con 3 m de ancho y 4,14 m de profundo, por lo que considerando la copa como un elipsoide, se estimó un volumen de vegetación medio de 17,63 m³.

El diseño experimental consistió en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Para cada tratamiento se eligieron tres árboles sucesivos y como unidad experimental se consideró el árbol central. Se realizaron seis tratamientos o estrategias de poda diferentes: C (Control, sin poda), M (Manual, con tijeras de poda y serrucho), FTR (Faldas, poda en altura y repaso manual árbol completo), FTDR1 (Faldas, poda en altura, poda lateral y repaso manual a una sola cara), FTD (Faldas, poda en altura y poda lateral derecho) y FTDI (Faldas, poda en altura y poda lateral a ambos lados). Para realizar la poda mecánica se utilizó una podadora con cinco discos de corte (Modelo Pantógrafo, Industrias David, Yecla, Murcia) y un tractor Kubota Narrow 19540 (Kubota machinery, Osaka, Japan). La poda en altura se realizó con dos pases horizontales para cubrir toda la copa, y la poda lateral con un sólo pase por cada lado. Las faldas se podaron con un cortasetos (Stihl H5 82R), los tiempos se estimaron como si se realizara la poda lateral con la podadora de discos.

Las variables respuesta a considerar en los ensayos fueron:

- Longitud (cm) de las ramas cortadas en función del tipo de corte. Se midieron 100 ramas por tipo de corte.
- Diámetro (mm) de las ramas cortadas en función del tipo de corte. Se midieron 100 ramas por tipo de corte.
- Biomasa (kg/árbol) obtenida en función del tratamiento. Se pesaron las ramas cortadas con un dinamómetro digital (Advanced Force Gauge 500 N, Mecmesin, England, U.K.).
- Tiempos (min/árbol) obtenidos en función del tipo de corte y del tratamiento. Se midieron los tiempos empleados para realizar los diferentes cortes. Los tiempos por tratamiento se obtuvieron realizando el sumatorio de los tiempos empleados en realizar los distintos cortes .
- Producción absoluta (kg/árbol). La fruta recolectada se pesó con un dinamómetro digital.
- Producción relativa al volumen de copa (kg/m³). La fruta recolectada se pesó con un dinamómetro digital. El peso obtenido se dividió entre el volumen de copa medido.
- Calibre (mm) de los frutos. Se midió con un calibre digital.

Para estudiar el efecto de los diferentes tipos de corte sobre las variables respuesta longitud y diámetro de las ramas y biomasa se realizó un análisis de la varianza simple (ANOVA). De igual modo, para estudiar el efecto de las diferentes estrategias de poda sobre las variables respuesta biomasa, tiempos, producción absoluta, producción relativa al volumen de copa y calibre se realizó un análisis

de la varianza simple (ANOVA). En todos los análisis se comprobó que los datos cumplían la hipótesis de homocedasticidad mediante el Test de Levene. La normalidad de los datos se comprobó mediante papel probabilístico normal. Para comparar las medias de los tratamientos se utilizó la prueba Diferencias Mínimas al Cuadrado (LSD). En todos los análisis se consideró un nivel de confianza del 95%.

Para obtener las capacidades de trabajo teóricas se utilizó el tiempo (min) medido para podar un árbol y se calculó el número de árboles podados por hora (árbol/hora). Para los costes se consideró el coste del podador a 9,4 €/h, el coste del tractorista a 10 €/h y un total de 463 árboles/ha. Los costes de la maquinaria se obtuvieron siguiendo la metodología ASABE. Los costes se obtuvieron utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Costes} \left(\frac{\text{€}}{\text{ha}} \right) = \frac{1}{\text{CTT}} \times C \times N \quad (1)$$

Siendo CTT la capacidad de trabajo teórica (árbol/h), C el coste en €/h de la maquinaria más el tractorista o de los podadores y N el número de árboles/ha. Los costes totales se obtuvieron mediante la suma de los costes de la poda manual y mecánica.

3. Resultados y Discusión

3.1. Caracterización de la biomasa podada

Los diámetros y las longitudes de las ramas podadas fueron mayores significativamente para los cortes manuales, ya sea poda manual o poda manual de repaso tras pasar la podadora de discos, que para los cortes realizados con la podadora de discos (Tabla 1).

Respecto a la biomasa obtenida con poda mecánica se observó que la poda lateral y la de las faldas presentaron similares diámetros y longitudes no encontrándose diferencias significativas. Sin embargo la biomasa resultante en altura presentó valores de diámetro significativamente mayores y similares de longitud. Entre las diferentes operaciones de poda manual se observó que la poda integral manual presentó de manera significativa mayores diámetros y longitudes respecto a los repasos manuales.

Tabla 1. Diámetros y longitudes medias, mínimas y máximas de las ramas podadas en función del tipo de corte.

Tipo de corte	Diámetro (mm)			Longitud (cm)		
	Med	Máx	Min	Med	Máx	Min
Lateral	4,59 (0,14)*a	17,92	1,48	29,02 (0,69)*a	86	12
Faldas	4,61 (0,15)*a	18,54	1,69	29,76 (0,82)*a	82	9
Altura	5,91 (0,26)*b	21	3	28,88 (1,22)*a	86	3
Repaso manual	14,73 (1,18)*c	41,57	4,2	73,94 (3,94)*b	140	20
Repaso manual1	16,22 (0,76)*c	49,6	2,51	87,23 (3,29)*c	192	14
Manual	18,17 (0,79)*d	48,9	6,23	102,11 (3,44)*d	215	37

(ER)*: Error estándar; Letras dentro de las diferentes columnas muestran diferencias significativas entre tipos de corte (LSD, 95%).

En los tratamientos de poda manual integral o poda manual de repaso a todo el árbol (FTR) tras pasar la podadora de discos se obtuvieron biomasa mayores que en los tratamientos de poda mecánica y con repaso a un lado aunque las diferencias sólo fueron significativas para el de FTR debido a la variabilidad de los datos (Tabla 2). Este resultado coincide con los obtenidos para las experiencias de poda realizadas en mandarina 'Fotune' (Martin-Gorriz et al., 2014) y con las experiencias realizadas en 'Valencia Late' (Velazquez et al., 2010).

Tabla 2. Biomasa media por árbol en función del tipo de tratamiento

Tratamiento	Biomasa media (kg/árbol)
C	0 (0)*a
FTDI	3,76 (1,21)*a
FTD	9,29 (6,04)*ab
FTDR1	9,37 (3,22)*ab
M	18,86 (2,56)*bc
FTR	27,73 (4,03)*c

*: Error estándar; Letras en las columnas muestran diferencias significativas entre biomasa (LSD, 95%).

3.2. Tiempos de poda, capacidad de trabajo teórica y costes

La velocidad de trabajo del tractor era de 2,33 km/h para las faldas y la poda lateral. Para la poda en altura la velocidad de trabajo era de 2,61 km/h. En la tabla 3 se muestran los tiempos medios obtenidos en función del tipo de corte y en función del tratamiento. El tratamiento que empleó más tiempo fue la poda manual, con 9.27 min/árbol, seguido del tratamiento FTR con 8.10 min/árbol aunque las diferencias entre dichos tratamientos no resultaron significativas. Cuando el repaso manual sólo se hizo por un lado (FTDR1) se redujo de forma significativa el tiempo de poda respecto al manual, empleándose un total de 3.90 min/árbol. Finalmente, los tratamientos con tan sólo poda mecánica, FTD y FTDI emplearon significativamente tiempos menores, con tan sólo 0.31 y 0.23 min/árbol respectivamente.

Tabla 3. Tiempos medios de poda en función del tipo de corte y tratamiento

Tipo de corte	Tiempo medio (min/árbol)	Tratamiento	Tiempo medio (min/árbol)
Lateral	0,08	C	0 (0)*a
Repaso manual1	3,67	FTD	0,23 (0)*a
Manual	9,27	FTDI	0,31 (0)*a
Repaso manual	7,95	FTDR1	3,90 (0,90)*b
Altura	0,07	FTR	8,10 (0,67)*c
Faldas	0,08	M	9,27 (0,97)*c

*: Error estándar; Letras en las columnas muestran diferencias significativas entre tiempos (LSD, 95%).

Para la obtención de los costes, siguiendo la metodología ASABE, se obtuvo el coste para la maquinaria (podadora de discos + tractor + tractorista) de 46 €/h. El coste de cada tratamiento se obtuvo como la suma de los costes de la poda manual y los costes de la poda mecánica implicados en cada uno de ellos (Tabla 4). El tratamiento con el coste más elevado fue el M, que ascendió a 672,41 €/ha. La poda mecánica con posterior repaso manual del árbol completo (FTR) redujo los costes en un 6,3%. En el FTDR1 los costes se redujeron en un 48,27% y finalmente el coste de la poda exclusivamente mecánica (FTDI) ascendió a 109,45 €/ha, es decir, los costes se redujeron en un 83,72%.

Tabla 4. Capacidades teóricas de trabajo y costes

Tratamiento	C.T.T manual (árbol/h)	C.T.T mecanizada (árbol/h)	Costes (€/ha)
M	6,47	0	672,41
FTR	7,55	400	629,91
FTDR1	16,35	260,85	347,85
FTD	0	260,85	81,64
FTDI	0	194,59	109,45

3.3. Calibre de la fruta y producciones relativas/absolutas de la fruta

Las diferentes estrategias de poda no tuvieron efecto sobre los calibres ya que no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (Tabla 5). En todos los casos los calibres de la fruta cumplieron con los mínimos demandados por los mercados. En cuanto a las producciones absolutas (kg/árbol) se observó que fueron mayores para los tratamientos FTR y FTDI. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con los valores de producciones relativas al volumen de copa (kg/m³), encontrándose el valor más elevado para el tratamiento FTDR1. A diferencia de lo que ocurre en mandarina 'Fortune' (Martin-Gorriz et al., 2014) las producciones

absolutas y relativas más elevadas no se encontraron en el tratamiento M. En la producción relativa se observa que el tratamiento C presentó una de las producciones más elevadas, por detrás del tratamiento FTDR1. El mayor calibre se encuentra en el tratamiento FTDR1.

Tabla 5. Calibre medio de la fruta y producción absoluta y relativa al volumen de copa media

Tratamiento	Calibre medio (mm)	Producción absoluta media(kg/árbol)	Producción relativa al volumen de copa media (kg/m ³)
C	72,88 (2,28)*a	87,23 (10,56)*a	7,23 (0,71)*a
M	76,05 (0,69)*a	107,52(20,26)*ab	6,13 (1,30)*a
FTDR1	76,89 (2,87)*a	102,14 (7,05)*ab	8,02 (1,40)*a
FTD	74,01 (1,65)*a	106,5 (11,52)*ab	7,07 (0,54)*a
FTDI	75,79 (2,33)*a	120,15(10,98)*ab	7,2 (0,19)*a
FTR	75,96 (0,36)*a	125,89 (6,19)*b	6,57 (0,48)*a

*: Error estándar; Letras dentro de las diferentes columnas muestran diferencias significativas entre calibres y producciones (LSD, 95%).

4. Conclusiones

Las diferentes estrategias de poda no han afectado a la producción ni al calibre de la fruta, por lo que los precios percibidos por el agricultor resultarían similares. Sin embargo, los costes de las estrategias en las que hay una poda manual a la totalidad del árbol son muy superiores que las estrategias únicamente mecánicas o combinadas con poda a medio árbol. Por lo tanto, los resultados obtenidos en una campaña indican que en la variedad Navel Foios la poda mecánica aumentaría de manera considerable la rentabilidad del cultivo.

Con el fin de confirmar estos resultados y obtener conclusiones consistentes, este ensayo se repetirá en las próximas campañas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto "Aplicación de nuevas tecnologías para una estrategia integral de la recolección mecanizada de cítricos (CITRUSREC)" financiado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España (proyecto RTA2014-00025-C05-00) y cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Guillermo Mateu es beneficiario de una beca de formación y especialización del fondo social europeo (FSE). Agradecer a Benjamín Torres la cesión de la parcela experimental y su colaboración.

Bibliografía

- ASABE Standards. 2014. D497.7. Agricultural Machinery Management Data. St. Joseph, Mich.
 ASABE Standards. 2014. D496.3. Agricultural Machinery Management. St. Joseph, Mich.

- Fallahi, E., Kilby, M. 1997. Rootstock and pruning influence on yield and fruit quality of 'Lisbon' lemon. *Fruit Varieties Journal* 51: 242-246.
- 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.
- Kallsen, C.E. 2005. Topping and manual pruning effects on the production of commercially valuable fruit in a midseason Navel Orange variety. *HorTechnology* 15: 335-341.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente), 2014. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/frutas-y-hortalizas/>.
- Marti, V., González, E. F. 2010. The influence of mechanical pruning in cost reduction, production of fruit, and biomass waste in citrus orchards. *Applied Engineering in Agriculture*, 26(4): 531-540.
- Martin-Gorriiz, B., Castillo, I. P., Torregrosa, A. 2014. Effect of mechanical pruning on the yield and quality of 'Fortune' mandarins. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(4): 952-959.
- 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: 103-109.
- Moore, P.W. 1958. Mechanical pruning for citrus. *California Agriculture* 11: 7-13.
- Ortiz-Cañavate, J. 1979. Mechanical pruning of citrus. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Tecnología Agraria* 5: 155-167.
- Rouse, B., Parsons, L., Wheaton, T.A. 2006. Hedging, topping and skirting trees in the citrus canker era. *Citrus Industry* 12: 2 pp.
- Sauls, J. W. 2008. Citrus pruning. *Texas Citrus and Subtropical fruits*. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/pruning/L2308.htm>. Accessed 14/3/2008.
- 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: 834-838.
- 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.
- Zaragoza, S., Alonso, E. 1981. *Citrus pruning in Spain. Proc. Int. Soc. Citric.* 1: 172-175.