

# ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA RECOLECCIÓN MECANIZADA Y LA MANUAL EN EL OLIVAR

## El perfil de rentabilidad

Angel Gil Amores\*, Fco. Jesús López Giménez\*\*, Francisco Jiménez Hornero\*\*\*, María Pilar Pérez\*\*\*\*

### INTRODUCCION

En los orígenes de la recolección mecanizada de las aceitunas, con el vibrador como gran protagonista, todo parecía indicar que los tradicionales métodos manuales iban a quedar relegados a un segundo plano. No obstante, esta situación ha sufrido un viraje en los últimos años en que se ha comenzado a abandonar al vibrador frente a otros medios.

Para poder disponer de un criterio válido de decisión, es preciso realizar un análisis comparativo entre los costes de los sistemas actuales, así como disponer de algún modelo que, combinando las principales variables que intervienen, permita discernir cuál es la mejor alternativa.

Por este motivo, en el presente estudio se analizan los modelos de recolección manual y mecanizada, desde un punto de vista económico, presentándose un modelo que facilite la selección entre las alternativas actualmente disponibles.

### MODELO DE RECOLECCION MANUAL

En este modelo integraremos los costes de recolección más importantes antes expuestos en que se incurre al realizar manualmente la recogida de la aceituna. Los parámetros de los que dependen son:

- ◊ Coste de la mano de obra.
- ◊ Tiempo de la puesta de las mallas.
- ◊ Tiempo de la recolección de la aceituna del suelo.
- ◊ Tiempo necesario para el derribo del fruto.
- ◊ Tiempo para la recogida del fruto de las mallas.

(\*) Investigador Colaborador. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario. Córdoba.  
 (\*\*) Catedrático Universidad de Córdoba.  
 (\*\*\*) Universidad de Córdoba.  
 (\*\*\*\*) Centro de Investigación y Desarrollo Agrario. Córdoba.



Las mallas, con peso liviano, sustituyeron rápidamente a los telones para la recepción de la aceituna derribada y siguen siendo un valioso auxiliar de la recolección.

- ◊ Tiempo necesario para la limpieza del ramón grueso.
- ◊ Tiempo necesario para el traslado de las mallas.
- ◊ Tiempo para llevar el fruto al remolque.

Por lo que la expresión de coste total se obtiene a partir de la siguiente expresión:

Donde:

$$CTM \left( \frac{\text{pts}}{\text{ha}} \right) = C_{mo} \left( \frac{\text{pts}}{\text{h}} \right) \times \sum_1^6 T_i \left( \frac{\text{h}}{\text{ha}} \right) \quad (1)$$

CTM es el coste total de recogida manual, en pesetas por hectárea.  
 Cmo es el coste de la mano de obra, en pesetas por hora.

Reuniendo cada uno de los componentes del tiempo, el coste por hectárea obedece a la expresión:

$$CTM \left( \frac{\text{pts}}{\text{ha}} \right) = C_{mo} \times (\alpha A + \beta AB + \chi ABr) \quad (2)$$

Donde  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\chi$  son coeficientes que cuantifican los tres factores básicos de la recolección y que son el número de plantas por hectárea (A), la producción por hectárea (AB) y el fruto caído al suelo (Abr).

Según los datos tomados de la bibliografía tenemos que:

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,3418 \\ \beta &= 0,01543 \\ \chi &= -0,007376 \end{aligned}$$

Estos tres parámetros nos miden el peso relativo que tienen, de forma muy abreviada, los componentes estructurales, como el coste de la mano de obra y de los árboles por hectárea, con los coyunturales (producción y caída del fruto).

### RECOLECCION MECANIZADA

Este modelo presenta con respecto a la recolección manual la necesidad del cálculo en que se incurre cuando se emplea el conjunto tractor-vibrador para integrar posteriormente los costes de la mano de obra accesoria y necesaria para completar la recolección.

Depende de:

- ◊ Coste de la mano de obra.
- ◊ Tiempo de la puesta de las mallas.
- ◊ Tiempo de la recolección de la aceituna del suelo.
- ◊ Tiempo necesario para el derribo del fruto, no desprendido por el vibrador.
- ◊ Tiempo necesario para la recogida del fruto de las mallas.
- ◊ Tiempo necesario para la limpieza del ramón grueso.
- ◊ Tiempo necesario para el traslado de las mallas.

# OLIVAR Y ACEITE DE OLIVA

◇ Tiempo para llevar el fruto al molino.

Además del:

- ◆ Coste del vibrador-tractor.
- ◆ Tiempo de uso del vibrador.

## COSTE DEL VIBRADOR-TRACTOR

Se considera la metodología propuesta por Hunt (1983) y Gil Amores y otros (1986).

En primer lugar se calculan los costes fijos que engloban a la amortización, intereses, seguros, impuestos y almacenaje. Así contemplados, estos costes fijos pueden estimarse a partir del valor de adquisición y de la vida útil de la máquina.

Podemos evaluar la vida útil según la expresión:

$$VU \text{ (años)} = \left| \frac{1}{\frac{1}{N} + \frac{h}{H}} \right| \quad (3)$$

Siendo:

N el número de años hasta obsolescencia.  
H horas hasta desgaste.

h horas al año de funcionamiento.

Los valores de N y H vienen dados para cada tipo de máquina. Los costes fijos, en función de la vida útil obtenida, en tanto por ciento del valor de adquisición (VA) de la máquina, en pesetas por año, se dan en la Tabla 1.

**TABLA 1. Costes fijos en función de la vida útil.**

Vida útil (años)	Porcentaje de costes fijos (%CF)
1	100
2	53
3	37
4	29
5	25
6	22
7	20
8	18
9	17
10	16

Fuente: Elaboración propia.

Los costes variables que se contemplan son:

- Mano de obra.
- Coste del lubricante, dado por la expresión:

$$CL \text{ (pts/h)} = \text{Precio lubricante (pts/l)} \times (0,00073 \times \text{Potencia (kW)} + 0,0253) \quad (4)$$

— Coste del combustible, dado por:

$$CC \text{ (pts/h)} = \text{Precio combustible (pts/l)} \times \left( \frac{\% \text{ carga}}{100} \times \frac{\text{Potencia (kW)}}{0,32 \times \% \text{ carga}^{0,488}} \right) \quad (5)$$



Vareo tradicional para el derribo de los frutos, labor de hombres, y recogida del suelo por las mujeres, escena típica en Diciembre y Enero en nuestros olivares.

— Coste de reparación y mantenimiento, según la expresión:

$$CRyM \text{ (pts/año)} = \frac{k \times VA \text{ (pts)} \times h \text{ (h/año)}}{10000} \quad (6)$$

Donde k es el denominado factor de reparación y mantenimiento.

La forma de asignar los costes se desarrolla a continuación.

### Costes del tractor

El valor de adquisición del tractor depende del tipo de tractor (orugas, tracción simple o doble) y de la potencia. Para un mismo tipo de tractor existe una relación entre el precio y la potencia prácticamente constante.

El tractor, generalmente, se emplea en varias actividades dentro de la explotación, por lo que su coste se repartirá entre las mismas. Por este motivo se calculan los costes del tractor, que son:

- Costes fijos.
- Coste de reparación y mantenimiento.

A partir de ellos se obtienen los costes totales.

Los parámetros para el cálculo de estos costes son:

$$\%CF_t \times VA_t + \frac{1,2 \times VA_t}{10000} \times h_t \quad (7)$$

N = 12 años, H = 12.000 horas y k=1,2, siendo por tanto dependiente del valor de adquisición y de las horas al año que realice el tractor.

### Coste del vibrador

El coste del vibrador puede calcularse desglosando los costes fijos del mismo más los costes variables en que se incurre cuando se utiliza.

Para el cálculo de los costes fijos se recomienda emplear N = 10 años, H = 2.000 horas, k = 5, porcentaje medio de carga del tractor del 50%, con lo que obtenemos los costes fijos mediante la siguiente expresión:

$$\left( \%CF_t \times VA_t + \frac{1,2 \times VA_t}{10.000} \times h_t \right) \times \frac{h_v}{h_t} + (\%CF_v \times VA_v) \quad (8)$$

donde  $h_v$ ,  $CF_v$  y  $VA_v$  son las horas anuales de uso, porcentaje de costes fijos y valor de adquisición del vibrador.

Los costes variables vienen dados por la suma aritmética de los costes de la mano de obra necesaria para operar con el vibrador, lubricante y combustible que son necesarios para la operación del tractor, reparación y mantenimiento del vibrador.



Si el suelo está totalmente libre de malas hierbas, con el uso de herbicidas, y el suelo liso, con la ayuda de los rulos, se puede incluso llegar a barrer la aceituna derribada.

### Mano de obra accesoria para completar la recolección empleando vibrador

Las operaciones de movimiento de malla, recogida del fruto del suelo, "vareo" para completar la operación de vibrado, recogida del fruto de las mallas, etc. siguen siendo necesarias para la recolección semimecanizada. La recolección con vibrador sólo altera el tiempo de vareo y según el tipo de vibrador, el de movimiento de las mallas. El resto de las operaciones presentan la misma entidad que en el caso de la recolección manual, por lo que con el tiempo total de mano de obra accesoria, en el caso más general y con los datos bibliográficos resulta:

titativamente cuál es la alternativa más rentable desde el punto de vista económico y qué condiciones han de cumplir las variables del modelo; es decir que:

$$CR_v < CR_m / CR_v \cap CR_m < CR_d \quad (11)$$

Esto es, que el coste de recolección con vibrador sea menor que el de la recolección manual y ambos inferior al coste de recolección a "destajo".

Esto nos indica:

1. Los tiempos de mano de obra difieren en la recogida manual de la parcialmente mecanizada en el tiempo de vareo (con la excepción de los vibradores modificados,

$$T_{v,mo}(h/ha) = 0,342A + 0,0028AB + 0,0127AB + 0,0053ABr - 0,0127ABr(1 - r_v) \quad (9)$$

Expresión muy similar a la obtenida en la recolección manual de la aceituna, pero donde los coeficientes de producción por hectárea se ven corregidos por el rendimiento del vibrador; así el coste de la mano de obra accesoria resulta del producto del tiempo estimado en la ecuación (9) por el precio de la misma.

### Coste total de la recolección mecanizada

Vendrá dado por la suma del coste de la maquinaria y de la mano de obra auxiliar para el acabado de la recolección.

$$CT_v(pts/ha) = CV(pts/h) \times T_v(h/ha) + C_{mo}(pts/h) \times T_{v,mo}(h/ha) \quad (10)$$

De los dos sumandos del coste, uno es dependiente del conjunto tractor-vibrador y otro de la mano de obra accesoria.

### ESTUDIO DE ALTERNATIVAS EN RECOLECCION

Obtenidas las expresiones que nos dan los costes de la recolección ya sea manual o parcialmente mecanizada, trataremos ahora de evaluar cualitativa y cuan-

que pueden realizar también el movimiento de las mallas, de forma proporcional al rendimiento del vibrador. Es decir, la mecanización parcial es una tarea más, con respecto a la recolección manual, que compete en la disminución de la tarea "vareo".

2. El sumando de costes del vibrador, que tiene gran importancia, debe ser, por tanto, inferior a la diferencia de costes con vibrador y manual. Ello condiciona el número de pies por planta a vibrar que aumenta linealmente el tiempo necesario, el precio (potencia) y vida útil del tractor y del vibra-

dor. En el caso del vibrador la mayor limitación será el tiempo disponible, que depende de la variedad.

3. El fruto caído nos limitará el tiempo de uso del vibrador.

4. La producción por árbol y la densidad de los mismos por hectárea influyen de forma decisiva en la viabilidad económica de la recolección mecanizada.

En definitiva se trata de ver que límites deben tomar los parámetros del modelo

para que la recolección parcialmente mecanizada sea viable, lo cual puede obtenerse del mismo. Estos límites marcan los siguientes valores:

- Porcentaje de fruto caído, menor del 20%.
- Coste de la mano de obra, mayor de 800 pts/h.
- Rendimiento del vibrador mayor del 80%.
- Número de pies por planta 1.
- Potencia del tractor, 70 kW.
- Horas al año del tractor, más de 500.
- Horas al año del vibrador, más de 250 horas.
- Producción mínima por hectárea, 4.000 kg.

Este perfil nos indica la combinación de variables que siempre harían rentables la mecanización parcial de la recogida. Pueden establecerse o fijarse determinados valores con los que se obtendría un nuevo perfil.

La realización de medidas de tiempos en distintos tipos de explotaciones resulta una conclusión obvia, que ayudarán de forma clara a una modelización más acorde con los tipos estudiados. Así el tiempo de movimiento de mallas, considerado en este modelo como constante por árbol puede tener una distribución que dependa de la densidad de plantación, por ejemplo.

Estos resultados nos manifiestan que la explotación "tipo" a mecanizar es intensiva, con árboles sin gran porte. Ello condiciona el tipo de vibrador y las pruebas que serían necesarias para poder contrastar los resultados de los mismos. La falta de una normativa de homologación puede indicarnos la ausencia de un referente de "a qué vibrar" dado el alto grado de heterogeneidad existente en tamaños de árboles. Dada su gran importancia debería ser objeto de un estudio separado, una vez conocidos los límites de uso del vibrador, no a priori con datos de tiempos medios.

### BIBLIOGRAFIA

- Civantos López-Villalta L. (1.985). Los costes en la recolección de aceituna. *Curso sobre recolección mecanizada*. Córdoba.
- Cubero Atienza, A. (1.984). Selección de maquinaria. Método de los costes medios mínimos. *ETSIA. Universidad de Córdoba*.
- Gil Amores, A. (1.985). Selección de maquinaria y evaluación de costes. Costes totales mínimos. *ETSIA. Universidad de Córdoba*.
- Gil Amores, A.; Gil Ribes J. (1.986). Evaluación de costes de maquinaria. *18 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria*. Zaragoza.
- Gil Amores, A.; Gil Ribes, J.; Fuentes Luna, J. (1.986). Selección y evaluación de maquinaria agrícola. *Universidad de Córdoba*.
- Humanes Guillén, J. (1.978). Recolección. *Segundo Seminario Oleícola Internacional. Y Ponencias: 135-145*. Ministerio de Agricultura España. Madrid.
- Hunt, D. (1.983). Farm power and machinery management. *Iowa State University Press*. Iowa.
- Tous Martí, J. (1.990). El olivo. Situación y perspectivas en Tarragona. *Diputación de Tarragona*.
- Varios. (1.976). *Olivicultura Moderna*. Editorial Agrícola Española SA. Madrid.