

# Tiempos y costes de recolección mecanizada de aceituna

Resultados de un estudio del INIA para un sistema parcial o totalmente mecanizado de cosecha en olivar

Con el Proyecto INIA-SC97-011 sobre "Análisis de los tiempos de las distintas operaciones necesarias en la recolección de la aceituna para almazara con la finalidad de obtener criterios de evaluación y selección de maquinaria", hemos iniciado una serie de estudios que tienen como objetivo último actualizar los datos sobre tiempos necesarios en las distintas operaciones del olivar, tanto en el sistema de mecanización integral como en el parcialmente mecanizado. El adecuado conocimiento de los tiempos consumidos por las distintas tareas que componen estos sistemas de recolección permitirá, en última instancia, abordar unos modelos de costes del proceso global para establecer criterios de adecuación técnica y económica de las diferencias encontradas. Todo ello permitirá disponer de una herramienta de decisión para la elección del sistema de recolección más conveniente, teniendo en cuenta que las características estructurales de cada explotación pueden ser limitativas en la libre elección del sistema de recolección.

Entendemos por sistema de recolección mecanizado, aquel en el que la persona que

*En este trabajo pretendemos analizar y estudiar el coste de recolección de la aceituna de almazara para distintas alternativas basadas en el conjunto de operaciones o tareas sucesivas cuyo objetivo final es su molturación.*

**Ángel Gil Amores.** Dr. ingeniero agrónomo. Junta de Andalucía.

**Juan Carlos Chico Gaytán.** Ingeniero agrónomo. Unidad de Mecanización CIFA de Córdoba.

**Francisco Jesús López Jiménez.** Catedrático Dpto. Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba.

maneja la maquinaria es independiente de la recolección y su trabajo se limita al manejo de aquella, que es quien en realidad realiza el desempeño de la tarea. Como mecanización parcial, consideramos la que presenta las mismas características que los sistemas tradicionales con la sola excepción de la tarea del vareo, sustituida por una vibración y un sobrevaro, en los que suele emplearse un conjunto variado de máquinas que realizan determina-

das tareas de la recolección tradicional. En este sentido, no consideramos que el cultivo está mecanizado hasta que el valor de la inversión adquiere cierta importancia y/o sustituye o altera de forma radical determinadas tareas.

La importancia que tiene la recolección explica las constantes mejoras que se intentan introducir en el cultivo. Ese afán de mejora, o mejor esa necesidad de intentar producir a un menor coste para ser más competitivos, es lo que propicia que cada agricultor opte por un sistema de recolección u otro en función de sus exigencias, posibilidades y criterios. El agricultor cambia a un sistema nuevo, o bien introduce mejoras en el que ya practica, cuando considera que el beneficio que obtiene no es el adecuado o el que espera.

## Alternativas en los sistemas de recolección mecanizada y tiempos

Cabría distinguir dos opciones en función de que la mecanización sea parcial o total. Para un sistema parcialmente mecanizado, básicamente las alternativas coinciden con



Vibrador manual de ramas, muy empleado en pequeñas explotaciones.



La eficiencia del vibrador afecta a la recolección de aceituna.

las que encontramos en un sistema tradicional de recolección, es decir, con poca aceituna en el suelo, con abundante aceituna en el suelo, en cuyo caso siempre se hacen montones; mientras que en un sistema de mecanización integral se han considerado dos alternativas, atendiendo a la forma de recoger las aceitunas del suelo, es decir: haciendo uso de barredoras o bien empleando sopladoras industriales. La distinción entre poca o mucha aceituna en el suelo hace referencia a las etapas de una misma campaña de recolección normal, es decir, al comienzo de la misma hay poca aceituna caída mientras que conforme avanza la campaña la caída de fruto es progresiva; esto es, los modelos de costes son dinámicos y evolucionan con el tiempo.

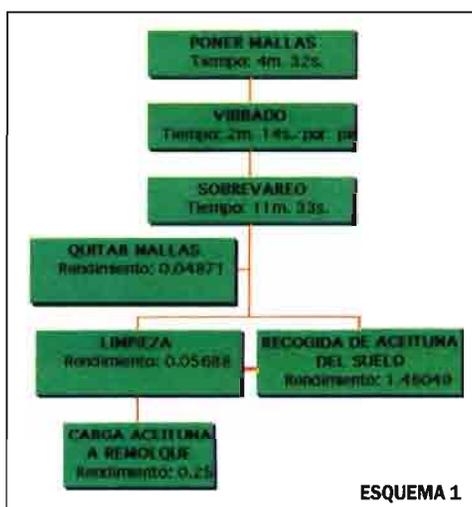
Para una mayor claridad de exposición, primero se ofrece un esquema de las tareas que componen cada alternativa, de tal manera que todas las tareas tienen asignado los valores de los parámetros que caracterizan cada una de ellas, es decir, el **rendimiento obtenido** o el **tiempo empleado**. Aquél corresponde a las tareas cuyo tiempo de ejecución es en función de la producción recogida y la unidad viene dada en **minutos/(hombre \* kilogramo)**, mientras que éste corresponde a las tareas en las que el tiempo empleado en las mismas es independiente de la producción (**en minutos/kilogramo**).

Una vez expuesto el esquema de las tareas y los parámetros representativos, se obtiene la expresión del coste por hectárea para la correspondiente alternativa planteada.

### Alternativa A: mecanización parcial, con poca aceituna en el suelo (esquema 1).

Teniendo en cuenta el esquema, el coste de recolección, expresado en pesetas por hectárea, viene dado por la siguiente expresión.

$$COSTA = \left[ \left( \frac{R_p}{2} \right) \times \left( \frac{C_{m1}}{60} \right) + T_{p1} \times N_{p1} \times \left( \frac{C_{m1}}{60} \right) \right] \left( \frac{C_{m2}}{60} \right) + T_{p2} \times N_{p2} \times \left( \frac{C_{m2}}{60} \right)$$

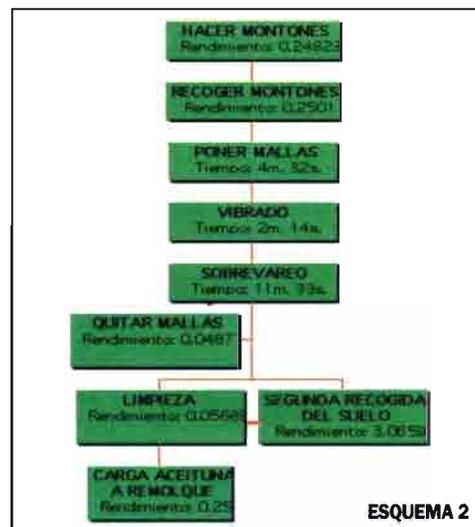


ESQUEMA 1

### Alternativa B: mecanización parcial, con abundante aceituna en el suelo (esquema 2).

Al igual que en el caso anterior, la expresión para obtener el coste de la recolección es la siguiente:

$$COSTA = \left[ \left( \frac{R_p}{2} \right) \times \left( \frac{C_{m1}}{60} \right) + T_{p1} \times N_{p1} \times \left( \frac{C_{m1}}{60} \right) \right] \left( \frac{C_{m2}}{60} \right) + T_{p2} \times N_{p2} \times \left( \frac{C_{m2}}{60} \right)$$



ESQUEMA 2

### Alternativa C: mecanización integral, con uso de buggy y barredoras (esquema 3).

El coste de recolección, expresado en pesetas por hectárea, viene dado por la siguiente expresión:

$$COSTA = \left[ \left( \frac{R_p}{2} \right) \times \left( \frac{C_{m1}}{60} \right) + T_{p1} \times N_{p1} \times \left( \frac{C_{m1}}{60} \right) \right] \left( \frac{C_{m2}}{60} \right) + T_{p2} \times N_{p2} \times \left( \frac{C_{m2}}{60} \right)$$



ESQUEMA 3

### Alternativa D: mecanización integral, con uso de sopladoras industriales (esquema 4).

La expresión del coste es la siguiente:

$$COSTA = \left[ \left( \frac{R_p}{2} \right) \times \left( \frac{C_{m1}}{60} \right) + T_{p1} \times N_{p1} \times \left( \frac{C_{m1}}{60} \right) \right] \left( \frac{C_{m2}}{60} \right) + T_{p2} \times N_{p2} \times \left( \frac{C_{m2}}{60} \right)$$



ESQUEMA 4

## Analisis del coste para cada alternativa

Las expresiones matemáticas que sirven para el cálculo del coste de las dos alternativas correspondientes al sistema de mecanización parcial tienen la misma estructura y sólo se diferencian en el sumando relacionado con la recolección del fruto del suelo.

En cuanto a los factores que influyen en la recolección, son todos los que aparecen en las fórmulas, donde haciendo una observación detallada se pueden obtener varias conclusiones. De forma genérica, se puede decir que en todos aquellos sumandos dependientes de la producción por hectárea (kg<sub>ha</sub>), su coste depende del rendimiento de la tarea.

Relacionado con la recolección de los frutos de copa tenemos todos aquellos sumandos que están afectados por el factor multiplicador (1 - % Caída), es decir, la tarea de quitar mallas, la de limpieza del ramón grueso y la de sobrevareo que, a su vez, depende de la eficiencia del vibrador.

Con el fruto de suelo están relacionadas todas aquellas tareas que aparecen afectadas por el factor multiplicador (% Caída) y es aquí donde existe diferencia entre las dos alternativas presentadas y que en cada una de ellas atiende a la metodología aplicada. En el caso de la opción de hacer montones aparecen dos constantes numéricas que representan el porcentaje de frutos cosechados en la primera y segunda recogida, y cuya determinación es meramente experimental.

A continuación, aparece un sumando que sirve para determinar el coste ocasionado por la utilización de un equipo tractor-remolque para la carga de aceituna y su posterior traslado a almazara, de ahí que se multiplique por el coste de utilización horario de dicho equipo.



Buggy automotor, adecuado para grandes explotaciones y empresas de servicios.



Vibrador multidireccional de troncos.

Por último, aparece otro sumando que sirve para el cálculo del coste de utilización horario del equipo tractor-vibrador, y que como se puede observar depende del número de árboles por hectárea y del número de pies por olivo.

En cuanto a la expresión numérica que sirve para el cálculo del coste de la recolección íntegramente mecanizada, es de destacar que en ambas fórmulas, que representan a cada una de las alternativas, hay un factor multiplicativo en común que afecta al resto de todo los componentes que es el número de árboles por hectárea ( $N_{ah}$ ).

Tampoco aparece la eficiencia del vibrador, ya que la cantidad de aceituna derribada por los vibradores es elevada, y si por cualquier motivo no se elimina se procede a dejarla en el árbol, ya que no sería rentable desde un punto de vista económico. La eficiencia en el vibrado es tan alta porque los propietarios del tipo de explotación donde se suele aplicar son conscientes de que

si la máquina no puede evolucionar más, debe ser el cultivo el que se adapte a la maquinaria. Esto se consigue, sobre todo, con una adecuada poda, evitando en lo posible las ramas con una mala transmisión de la vibración, como son las péndulas.

También es característico en los dos modelos alguna expresión que recoja el porcentaje de fruto caído. Esto es debido a que en las dos alternativas se procede al derribo del fruto al suelo, por lo que no tiene lugar la colocación de mallas. Siendo esta la circunstancia por la que no tiene sentido hacer un estudio económico según diferentes porcentajes de caída.

## Conclusiones

Tras el cálculo de los costes de recolección de las diferentes alternativas se puede observar cómo el coste de recolección por kilogramo es muy elevado debido, sobre todo, al bajo rendimiento del equipo tractor-vibrador, lo que motiva que con bajas producciones el coste sea tan elevado, de tal manera que su puesta en

práctica puede resultar prohibitiva económicamente.

En cuanto a la evolución del coste en función de la producción, presenta un máximo exacerbado para la producción más baja y una disminución muy importante en los primeros incrementos para, poco a poco ir decreciendo esa caída, conforme aumenta la producción (gráfico 1).

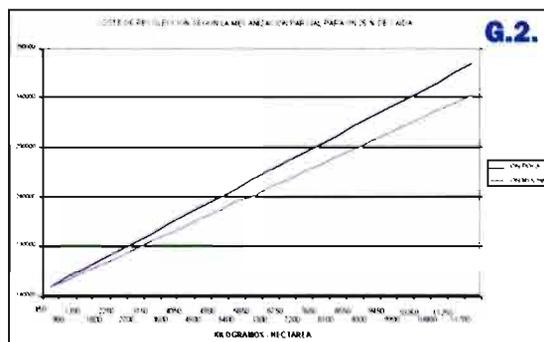
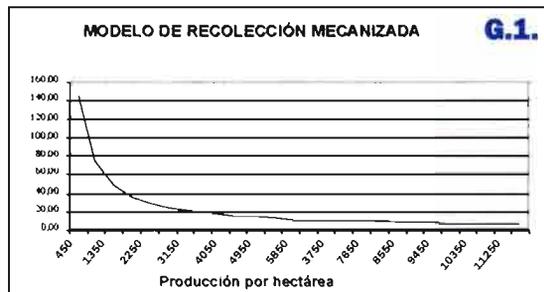
El elevado coste se debe a un mal uso del vibrador, que ve ralentizado su potencial de trabajo al tener que esperar al cambio de mallas de un árbol a otro, y es que no suele ser habitual que en un equipo de trabajo haya suficiente número de operarios para efectuar la tarea de colocación y traslado de mallas que permita una alta eficiencia en el trabajo del vibrador, circunstancia que no se consigue, fundamentalmente, por cuestiones organizativas, y su costo se ve penalizado porque existe un determinado número de operarios dedicados al traslado de las mallas que minimiza este sobrecosto. Aunque, teóricamente, la tarea crítica en la recolección de la aceituna del árbol es el vareo, la realidad no suele ser ésta y la tarea crítica pasa a ser la del movimiento de mallas.

Las alternativas que se presentan en el sistema parcialmente mecanizado tienen las mismas características que las del sistema tradicional, es decir, las diferencias que existen entre unas y otras son meramente organizativas, por lo que deberá procederse al empleo de una u otra según las circunstancias. Así, hasta un 5% de caída de aceituna parece más interesante económicamente la alternativa denominada con poca aceituna en el suelo y a partir de este porcentaje sería más interesante el tipo de recolección en el que se realizan montones (gráfico 2).

Sin embargo, el aspecto más importante del sistema de mecanización integral de la recolección es que el coste de la recolección es constante, independientemente de la producción por unidad de superficie. Esto es debido al desarrollo de las diferentes tareas que componen la metodología, que son independientes de la producción.

Es de destacar el coste más económico de la recolección que se realiza con el sistema en el que se usan las barredoras, lo que haría pensar que este debería ser un método de recolección que se extendiese rápidamente, aunque esto no es probable puesto que para poder emplear este sistema la inversión a realizar es muy alta, motivo por el cual podría tener un mayor uso la alternativa de la sopladora o bien sistemas mixtos, con lo que la inversión sería mucho menor y, por tanto, más asequible.

Por último, significar que en la determinación del coste resulta de gran importancia la organización de las tareas, de mane-





Un mal uso del vibrador eleva los costes de recolección.

ra que en la actualidad estamos analizando las mismas, en el sentido de que cualquier medida de rendimientos y tiempos nos muestra claras variaciones entre explotaciones, de forma que tener o no en cuenta alguna de las tareas, puede representar la viabilidad económica del sistema de recolección. Huyendo de simplificaciones alejadas de la realidad, cabe decir que estos valores de rendimientos y tiempos corresponden a los que técnicamente son aceptables, pero rara vez alcanzables en las explotaciones.

#### Simbología usada en las fórmulas:

- % Caída: Porcentaje del fruto que ha caído al suelo antes de la recolección.

- $C_{hr}$ : Coste horario de la utilización del equipo tractor remolque.
- $C_{mo}$ : Coste horario de la mano de obra.
- $Kg_{ha}$ : Producción en kilogramos por hectárea.
- $N_{ah}$ : Número de árboles por hectárea.
- $P_{mo}$ : Precio horario de la mano de obra.
- $R_{2rs}$ : Rendimiento en la segunda recogida del suelo.
- $R_{cr}$ : Rendimiento en la carga al remolque.
- $R_{hm}$ : Rendimiento en hacer montones.
- $R_{lg}$ : Rendimiento en la limpieza de ramón grueso.
- $R_{qm}$ : Rendimiento en quitar mallas.
- $R_{rs}$ : Rendimiento en la recogida del suelo.
- $R_{rm}$ : Rendimiento en recoger montones.
- $R_v$ : Rendimiento en el vareo.
- $T_{pm}$ : Tiempo en poner mallas.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Civantos López-Villalta, L. Los Costes en la Recolección de Aceituna. Curso sobre Recolección Mecanizada. Córdoba. 1985.
2. Cubero Atienza, A. Selección de Maquinaria. Método de los Costes Medios Mínimos. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba. 1984.
3. Gil Amores, A. Selección de Maquinaria y Evaluación de Costes. Costes Totales Mínimos. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba. 1985.
4. Gil Amores, A. Gil Ribes, J. Evaluación de Costes de Maquinaria.

18ª Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. Zaragoza. 1986.

5. Gil Amores, A. Gil Ribes, J. Fuentes Luna, J. Selección y Evaluación de Maquinaria Agrícola. Universidad de Córdoba. 1986.

6. Humanes Guillén, J. "Recolección". Segundo Seminario Oleícola Internacional. Ponencias paginas 135-145. Ministerio de Agricultura. Espana. Madrid. 1978.

7. Hunt, D. Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press. Iowa. 1983.

8. Saz Pérez, C. Nuevas Formas de Uso de la Maquinaria Agrícola: Cooperación y Uso en Comun. Curso sobre la Gestión de la Mecanización Agraria en Córdoba. E.T.S.I.A.M. Córdoba. 1992.

\* Este artículo continúa el estudio publicado en el anterior número de Vida rural sobre tiempos y costes de recolección tradicional de aceituna.

#### FE DE ERRATAS:

En el artículo "Estado actual y avances en la mecanización del cultivo de agrios", de Carlos Gracia López, publicado en el nº. 95 de Vida rural, los pies de foto están trastocados.  
Foto 3: en vez de "Pase de trituradora...", debe decir "Horquilla estibadora portapalets".  
Foto 4: en vez de "Horquilla estibadora...", debe decir "Carretilla autopropulsada".  
Foto 5: en vez de "Carretilla autopropulsada", debe decir "Plataforma autopropulsada individual".  
Foto 6: en vez de "Plataforma autopropulsada..." debe decir "Vibrador de tronco".  
Foto 7: en vez de "Naranja derribada..." debe decir "Robot recolector de naranjas".

# OLIVOS ARBEQUINOS

*La seguridad de tener una plantación con futuro.*

*Nuestra producción surge de la selección de las mejores plantaciones de la comarca de las Garrigas, mediante el método de estaquillado, reproducidos en un invernadero bajo nebulización. Gracias a la técnica, rigor del proceso y de nuestras instalaciones podemos ofrecer unos plantones de olivos Arbequinos de gran calidad.*



**ACUDAM**  
Ferrer i Busquets, 2  
Tel. 973 - 71 04 04  
Fax 973 - 71 04 53  
25230 MOLLERUSSA - Lleida  
E-MAIL. acudam @ cambrescat.es



**VIVEROS ACUDAM**