

Avances en la mecanización de la recolección del olivar

Operaciones más comunes y tipo de maquinaria utilizada en las operaciones de recogida de la aceituna

En la actualidad, se está produciendo una mecanización creciente de las operaciones de cultivo y recolección, por la reducción de costes que implica la mecanización y la dificultad para disponer de mano de obra en momentos críticos, especialmente en la recolección. En esta primera parte se analizan las distintas máquinas disponibles en el mercado para la recolección de la aceituna, dejando para una segunda parte las máquinas disponibles para el resto de las labores realizadas en el cultivo mecanizado de olivar.

**Gregorio L. Blanco Roldán,
Jesús A. Gil Ribes.**

G.I. Mecanización y Tecnología Rural.
Dpto. Ingeniería Rural. ETSI. Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

El cultivo del olivo, con 2,6 millones de hectáreas, ocupa el segundo lugar en extensión en España y, posiblemente, el primero en importancia económica, siendo, además, un cultivo con una expansión actual muy fuerte. Andalu-

cía es la región con mayor superficie (60%) y producción (80%).

La mecanización del olivar depende de factores estructurales, agronómicos, técnicos, económicos y legales. La gran variabilidad de los mismos hace que las técnicas a aplicar en cada caso deban ser consideradas unas al margen de otras, siendo un cultivo que no permite establecer unas soluciones óptimas aplicables de carácter general, dependiendo éstas de los factores mencionados. En este sentido

las plantaciones tradicionales (marcos de 12 x 12 m, varios pies y podas severas de rejuvenecimiento), presentan alternativas muy diferenciadas frente a las modernas plantaciones intensivas (marcos de 8 x 6 m a 6 x 4 m, un solo pie y podas en vaso) y superintensivas (marcos de 3 x 2 m a 3 x 1,33 m y sistema de tutorado y tendido de cables para soportar las plantas).

En el cuadro I se muestran las operaciones más comunes y el tipo de maquinaria utilizada normalmente en conjunción con el empleo de un tractor. En la recolección, que es la operación más importante, pues supone más del 50% de los costes de cultivo, intervienen muchos tipos de máquinas, que serán descritas posteriormente.

Las necesidades de potencia de estas operaciones mecanizadas y la adecuación tractor-máquina, van a determinar, en parte, la elección del tractor

más adecuado para el olivar. Éste debe tener una potencia entre 66 y 80 kW (90 - 110 CV), suficiente para las operaciones de triturado de restos de poda y manejo de atomizadores y vibradores de troncos, aunque en olivares intensivos y superintensivos pueden utilizarse tractores con potencias menores e incluso usar tractores fruteros (estrechos) de 45 - 70 kW (60 - 95 CV) (foto 1). En olivares en pendiente puede ser conveniente el uso de tractores orugas de 50-70 kW (70-95 CV) debido a su mayor estabilidad y capacidad de tracción, pudiendo emplearse también otros vehículos como las manipuladoras telescopicas.

Maquinaria para la recolección

La gran variedad de los diferentes tipos de olivar que existen en España, tanto desde el



Foto 1. Tractor frutero utilizado en olivar.

Cuadro I.

Tareas mecanizadas más comunes en el cultivo del olivo.

Tarea	Maquinaria
Tratamientos foliares	Atomizador o cuba con mangueras
Tratamientos herbicidas	Cuba + barra
Poda	Motosierra ⁽¹⁾
Hilarar ramón	Hileradora
Triturar ramón	Trituradora
Retirada de madera gruesa	Remolque o camión
Abonado del suelo	Abonadora centrífuga
Incorporación de restos	Cultivador
Descompactación del suelo	Cultivador
Laboreo superficial/Pases cruzados	Vibrocultivador
Laboreo superficial/Pases cruzados	Grada de púas
Desvareo y triturado de restos	Trituradora
Preparación suelos recolección	Rulo
Limpieza de hojas ruedo	Sopladora ⁽¹⁾

(1) No requiere uso del tractor.

punto de vista del diseño de la plantación como de la formación de los árboles, hace que no existan soluciones generalizadas para la mecanización de su recolección. En los últimos treinta años se ha producido una evolución constante de las técnicas de recolección, sobre todo en lo referente al derribo del fruto mediante vibración, y han aparecido nuevos sistemas constituidos por sacudidores de follaje y cosechadoras de olivar intensivo.

Las operaciones a efectuar dependen de la época en que se hace la recolección. La tendencia es a la recogida temprana de modo que la aceituna caída sea poca y no merezca la pena recogerla. Por otra parte, debemos tender a eficacias de derribo elevadas sin vareo complementario, mejorando los vibradores y sus condiciones de funcionamiento. Al principio de la campaña, las operaciones a mecanizar son: recogida de la aceituna del suelo (si compensa), derribo, movimiento de mallas y limpieza, carga y transporte. Y si se hace cuando el porcentaje de aceituna caída es grande son: derribo, recogida de la aceituna del suelo y limpieza, carga y transporte.

Derribo

Actualmente, para realizar el derribo del fruto, en explotaciones de tamaño medio-grande, se utilizan vibradores de troncos acoplados al tractor, mientras que en explotaciones pequeñas, en árboles jóvenes o cuando el estado del suelo (humedad) no permite la entrada del tractor, se utilizan vibradores de ramas, que son transportados por el operario que los maneja.

La eficacia de derribo por este método se ve afectada por la elevada fuerza de retención de la aceituna, su poco peso y la estructura del olivo. Así, en árboles homogéneos y que han tenido una poda idónea para la transmisión de la vibración se pueden conseguir eficacias del 95%. Una pérdida de menos del 10% puede ser aceptable si el coste de su recolección es alto.



Foto 2. Vibrador de ramas de tipo personal.

Foto 3. Vibrador de ramas acoplado al tractor.

Foto 4. Vibrador de troncos de tipo orbital.

Por tanto, para conseguir un derribo adecuado es necesario hacer adaptaciones del cultivo y de la máquina. Lo primero implica diseñar adecuadamente las nuevas plantaciones y adaptar la poda a la recolección, eliminando las ramas péndulas, que transmiten mal la vibración, y favoreciendo el acceso de la pinza al tronco, para aumentar la capacidad de trabajo de la máquina. Lo segundo supone diseñar y adaptar los equipos para obtener las frecuencias idóneas según el tipo de árbol y evitar daños en la zona de agarre. En principio, una vibración orbital cercana a los 30 Hz/1.800 rpm parece adecuada, aunque faltan estudios para determinar los modos de vibración y las frecuencias de resonancia de los diversos tipos de árboles. Por otra parte, además de un adecuado diseño del sistema de agarre (material y presión de apriete), debe utilizarse correctamente el vibrador: no es necesario prolongar la vibración más allá de los 15 segundos, siendo conveniente realizar dos vibraciones cortas antes que una prolongada.

Vibradores de ramas

Los vibradores unidireccionales, llamados biela-manivela por el sistema que genera la vibración, se aplican, fundamen-

talmente, en ramas secundarias, por lo que también se conocen como vibradores de ramas (foto 2). Fundamentalmente, son de tipo personal (el operario se los cuelga en bandolera), pero también hay modelos acoplados al tractor (foto 3).

Su eficacia de derribo es alta ya que la vibración se transmite muy cercana al fruto, pero tienen dos inconvenientes muy importantes: su bajo rendimiento y, sobre todo, en el caso de los de tipo personal, su efecto perjudicial sobre la salud del operario, debido a las vibraciones que transmiten a las manos (vibraciones mano-brazo), a través de la empuñadura de la máquina, y por la espalda a todo el cuerpo (vibraciones de cuerpo completo) a través de la correa de sujeción. No obstante, las

máquinas han evolucionado en este aspecto y en la mayoría de los modelos se han incorporado sistemas de suspensión de las empuñaduras y otros dispositivos que actúan limitando la generación de vibraciones.

Vibradores de troncos

En función de la vibración que generan, pueden ser multidireccionales u orbitales. La tendencia actual es a utilizar los tipo orbital (foto 4), aunque hay modelos que junto a este tipo de vibración también tienen la multidireccional, posibilitando así su selección, para adaptarse a los diferentes árboles. Sus frecuencias de funcionamiento están entre 23 Hz (1.380 rpm) y 37 Hz (2.220 rpm) y las aceleraciones entre 120 m/s² y 250 m/s² (Gil et al., 2008).



Foto 5. Vibrador colgado.
Fotos 6 y 7. Vibrador autopropulsado.



Se acoplan, principalmente, en la parte delantera del tractor y en la parte trasera, en el enganche tripuntal. También hay modelos en los que la cabeza vibradora se coloca sobre un pórtico tipo grúa (**foto 5**) y es manejada por un operario que la dirige hasta colocarla en el tronco. Estos últimos se emplean fundamentalmente en olivares con varios pies por árbol.

Los vibradores también pueden acoplarse en otros vehículos

los diseñados específicamente para esta operación (vibradores autopropulsados) (**fotos 6 y 7**) o en vehículos de propósito más general que incorporan el vibrador como alternativa –manipuladoras telescopicas (**foto 8**), cargadoras y minicargadoras–. En todos los casos, añaden características propias de un vehículo de transmisión hidrostática (maniobrabilidad) y de bajo perfil (estabilidad), lo que los hace aptos para terrenos en pendien-



Foto 8. Vibrador acoplado a una manipuladora telescopica.

te o con grandes variaciones de la misma.

Para evitar el daño a la corteza, es importante estudiar el sistema de agarre en cuanto a su forma (tijera, tenaza o tres puntos) (**foto 9**), material de las almohadillas y presión que se ejerce sobre el tronco.

La disposición del motor hidráulico (masa excéntrica) puede ser centrada en la cabeza vibradora (**fotos 6 y 7**) o lateral sobre un brazo de la misma (**foto 4**), siendo, en principio, éste diseño más adecuado para evitar movimientos indeseables que da-

ñen la corteza, por situar la masa más cerca de la zona de agarre al tronco.

Otros equipos para el derribo

Los vareadores mecánicos, también conocidos como sacudidores de follaje, son máquinas de tipo personal que suponen una alternativa a los vibradores de ramas, aunque su rendimiento es más bajo (**foto 10**). Pueden usarse en árboles de gran tamaño, cuando el uso de vibradores de troncos no es posible y hay que recurrir a otras opciones de mecanización, aunque éste no es el caso de España. Tienen accionamiento independiente, generalmente, a través de baterías eléctricas, o pueden ser neumáticos, estando el compresor accionado por el tractor y alimentando a varios equipos.

También existen equipos acoplados al tractor, con su propio sistema hidráulico de transmisión de

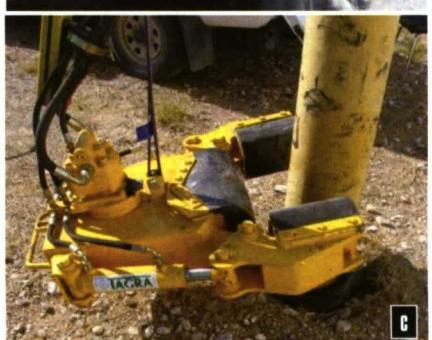
potencia, que realizan el derribo mediante un dispositivo consistente en un eje con varillas sacudidoras que está dotado de un movimiento compuesto de una rotación y de una vibración unidireccional de alta frecuencia y pequeña amplitud (**foto 11**). El tractor se desplaza alrededor del árbol introduciendo la máquina en el interior, de tal forma que las varillas hacen que se desprenda la aceituna. Su rendimiento es más bajo que el de los vibradores, aplicándose principalmente en árboles de gran tamaño.

Recogida de la aceituna

Mecanización del movimiento de mallas

El trabajo del vibrador se completa con la recogida del fruto derribado por cuadrillas de cuatro a ocho operarios que colocan las mallas bajo los olivos,

Foto 9. Formas del sistema de agarre: (a) tijera, (b) tenaza, (c) tres puntos.



TALLERES BAUTISTA SANTILLANA



- **Fabricante de vibradores de olivo**
- **Equipos de tratamiento del olivar**
- **Rulos para suelos de olivos**



Talleres Bautista Santillana es fabricante de maquinaria para el tratamiento de plantaciones de olivar y viñedos y dispone, entre su maquinaria, de vibradores y rulos para el suelo de olivos.

Los vibradores para olivos ofrecen un gran ángulo de giro y elevación, con la posibilidad de vibrado de varios pies de olivo sin la necesidad de maniobrar el tractor. La pinza del vibrador se acopla al tronco y ofrece el vibrado de dos hileras de árboles con un único pase por calle. Además, los mandos integrados en la pinza facilitan el manejo y ofrece una apertura de hasta 60 cm. Esta pinza se adapta a la inclinación del árbol de modo que no daña los troncos y no transmite vibraciones ni esfuerzos al tractor.

Se le puede incorporar bandeja recolectora para el almacenamiento y transporte de la aceituna, con una capacidad de aproximadamente 1.500 kg.

El brazo del vibrador ofrece además una doble utilidad, como vibrador y como grúa para la carga, con una capacidad de elevación de hasta 6 m.

Opcionalmente puede ofrecer la vibración por radiocontrol y se puede montar en la parte delantera del tractor.

No necesita de ningún tipo de acoplamiento o instalación sobre el tractor, se desengancha fácilmente, ocupa un mínimo espacio y requiere una potencia mínima del tractor de 70 CV. Permite el enganche de un remolque.



Foto 10. Sacudidores de follaje de tipo manual: de peines (izquierda y centro) y de rotor con varillas (derecha).



Foto 10. Sacudidores de follaje de tipo manual: de peines (izquierda y centro) y de rotor con varillas (derecha).



Foto 10. Sacudidores de follaje de tipo manual: de peines (izquierda y centro) y de rotor con varillas (derecha).

recogen las aceitunas y las depositan sobre algún elemento de carga, como una pala cargadora de gran capacidad (**foto 12**), de donde se vierte a un remolque, que si dispone de capacidad suficiente (6-8 toneladas)

puede recibir la aceituna recogida en un día entero.

Otras alternativas son: lonas desplegables con rebordes de bajo perfil, que permiten una fácil introducción bajo las copas (**foto 13**); mecanización del transporte de las lonas, utilizando tractores convencionales o vehículos como tractocarros o quads; y remolques de mallas.

Recolección de la aceituna del suelo

Comprende las operaciones elementales de hilerado o agrupación de frutos, recogida, limpieza y carga de aceituna limpia. Si se realiza con equipos descompuestos, en una primera fase se sacan las aceitunas de la zona de goteo del árbol, mediante barredoras-hileradoras,

facilitando así la acción de las máquinas recogedoras. Las máquinas compuestas se denominan barredoras-recogedoras o bien cosechadoras de aceitunas del suelo.



Foto 11. Sacudidor acoplado al tractor.

Foto 12. Pala cargadora de gran capacidad.

Foto 13. Lona desplegable.

Foto 14. Barredora-hileradora acoplada al tractor.

Pueden ser mecánicas, efectuando el barrido mediante el impulso que reciben los frutos por el choque con algún elemento mecánico, ya sea una lona o unos flecos más o menos rígidos, en el caso de las barredoras-hileradoras (foto 14), o cepillos que giran en sentido contrario a la marcha, en el caso de las barredoras-recogedoras (foto 15).

También pueden ser neumáticas, estando, en este caso, generando el impulso de la aceituna por una corriente de aire. En las barredoras-recogedoras neumáticas la corriente sopla la aceituna (sopladoras) o la aspira (aspiradoras), hasta una tolva interior donde se almacena y luego se vierte sobre un mecanismo de limpieza.

Las barredoras-recogedoras grandes de tolva trasera pueden incorporar sistemas de limpieza compuestos por una criba, para las partículas de tierra, y un soporte o ventilador, que completa la limpieza de la aceituna en el camino a la tolva (foto 16).

Todas estas máquinas tienen en común que deben ser de poca altura para poder penetrar bajo la copa de los árboles, siendo conveniente sacar la aceituna del ruedo con sopladoras para que puedan trabajar las recogedoras. Exigen un suelo muy preparado en cuanto a compactación y rugosidad ya que los órganos agrupadores y recogedores, sean neumáticos o mecánicos, necesitan que los frutos es-

tén sobre el suelo a la misma distancia de dichos órganos.

Cuando se emplean máquinas barredoras es necesaria la limpieza de la aceituna previa a su transporte a la almazara. Para ello, existen sistemas de limpieza en campo consistentes en máquinas normalmente arrastradas por un tractor y que pueden ser accionadas a través de la toma de fuerza o bien estar dotadas de motor propio. Disponen de una tolva de recepción, sobre la que descargan directamente las barredoras-recogedoras (foto 17), y de dispositivos neumáticos, para separar elementos de poco peso como las hojas, y mecánicos (cilindros giratorios y sistemas de transporte con sacudidas), para separar los elementos más gruesos y pesados como el barro y las piedras.

Derribo y recogida simultánea

Aunque existen plataformas de recogida similares a las de otros frutales (foto 18), en olivar intensivo la tendencia más generalizada y con menor dificultad de aplicación es la de utilizar vibradores de troncos equipados con estructuras de recepción de tipo paraguas invertido (fotos 19 y 20). Las ventajas de este método radican en emplear menos mano de obra y aumentar los rendimientos de la operación.

Los inconvenientes derivan de la necesidad de aplicarse en árboles formados pensando en



Foto 15. Barredora-recogedora autopropulsada.

Foto 16. Barredora-recogedora-limpiadora.

Foto 17. Limpiadora de campo.

Foto 18. Plataforma de recogida.



Foto 19. Vibrador con estructura de recepción (paraguas invertido).

Foto 20. Paraguas desplegado.

Foto 21. Plataforma continua con sistemas sacudidores.



este método, con la cruz alta y con podas que favorezcan la transmisión de la vibración y eviten en lo posible el vareo complementario, que es complicado de realizar, aunque los fabricantes ya suelen incorporar medios para facilitarlo.

Las plataformas continuas con sistemas sacudidores, también denominadas sacudidores de copa o de follaje (canopy shaker), son máquinas autopropulsadas con transmisión hidrostática (foto 21). Su aplicación al olivar español es reciente y, por tanto,

requiere una evaluación detallada, aunque en otros países, principalmente Estados Unidos, ya han sido ampliamente utilizadas para la recolección de cultivos con problemas similares, como cítricos o arándanos. En ellas se sustituye el vibrado por un cabezal de recolección, formado por uno o varios tambores giratorios de varillas horizontales semirrígidas, dispuestas en forma radial, que realizan el derribo mediante una mezcla de peinado y vareo de las ramas. Además incorporan elementos de recogida, transporte y limpieza del fruto. La aceituna puede almacenarse en las tolvas de la máquina o ser descargada de forma continua, sobre re-

molques o pequeños contenedores paletizables, mediante un brazo articulado lateral.

Cosechadoras para olivar superintensivo

La recolección de las plantaciones superintensivas se realiza con máquinas cosechadoras de aceitunas adaptadas de las vendimiadoras. Son autopropulsadas y de transmisión hidrostática mediante una bomba de caudal variable y motores hidráulicos en las cuatro ruedas. Su estructura es de tipo pórtico o túnel, bajo la cual pasan los árboles (foto 22), situándose la cabina en la parte superior.

Disponen de un sistema de

elevación y compensación lateral con cilindros hidráulicos sobre las ruedas que permiten a las máquinas adaptar su altura a la de los árboles, mientras transita por la hilera, y trabajar en pendientes laterales de hasta un 30%, de modo que el cabezal de recolección trabaje siempre paralelo al piso.

La velocidad de trabajo puede alcanzar los 12 km/h y la de transporte los 27 km/h.

Están constituidas, fundamentalmente, por los siguientes elementos: cabezal de recolección (foto 23), que incluye el sistema de vareo formado por barras arqueadas o sacudidores, que transmiten a la vegetación un movimiento alternativo horizontal de alta frecuencia y poca amplitud; sistema de transporte y limpieza; y dos tolvas, de capacidad entre 1.200 y 1.600 kg cada una, situadas a los laterales de la máquina y en la parte trasera. El sistema de vaciado es trasero y las tolvas vuelcan su contenido, de forma conjunta o independiente, hacia remolques o camiones. ■



Foto 22. Cosechadora de aceitunas. Foto 23. Túnel de vareo.



Agradecimientos

Al Proyecto del Plan Nacional de I+D AGL2007-61533 y al Proyecto de Excelencia RNM 3205, por la financiación para realizar estudios de investigación sobre la mecanización del cultivo y la recolección del olivar.

Bibliografía

Gil, J.; López, F. J.; Blanco-Roldán, G. L.; Castro, S., 2008. Mecanización. En: **El cultivo del olivo**. Barranco, D.; Rallo, L.; Fernández-Escobar, R., (eds.). Ed. Mundi-Prensa. Madrid.