

Análisis de las opciones más recomendables en función del diseño de la plantación y de la formación de los árboles

Mecanización de la recolección del olivar

Para que el producto obtenido (aceituna y aceite) tenga la calidad demandada por los cada vez más exigentes mercados nacionales e internacionales es necesario que la recolección —que es la operación que más puede influir— se realice con métodos ade-

cuados que, además, optimicen los costes. En los últimos años este hecho ha cobrado mayor significación, ya que se han plantado miles de hectáreas nuevas de olivar, sobre todo en diversas zonas del mundo donde este cultivo era marginal.

Gregorio L. Blanco Roldán y Jesús A. Gil Ribes.

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

La gran variedad de tipos de olivar que hay en España, tanto desde el 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, aunque el método que ya se puede denominar tradicional por lo menos en olivares productivos con destino a almazara, es el de derribar las aceitunas con un vibrador de troncos acoplado al tractor. Con este sistema, el fruto cae sobre lienzos o mallas colocadas bajo los árboles por cuadrillas de operarios, siendo esta última operación, junto con las de recogida, carga y transporte, también asistidas manualmente, las que limitan los rendimientos de la operación global de recolección y aumentan los costes.

En el caso del olivar intensivo, el uso de vibradores que llevan acopladas estructuras de recepción en forma de paraguas invertido ha solventado, en parte, muchos de los inconvenientes anteriores, aunque todavía tiene limitaciones.

Hasta hace unos años, la idea de una cosechadora integral de olivar solo se había conseguido con la adaptación de las vendimiadoras en el olivar superintensivo. En la actualidad, ya existen, y se están empleando en



Foto 1. Rulo compactador para la preparación de suelos.

España, algunas máquinas cosechadoras para olivar intensivo, basadas en sistemas sacudidores de copa. Algunos modelos incluso podría pensarse en adaptarlos al olivar tradicional.

Olivar tradicional

En olivar tradicional, si la recolección se hace al principio de la campaña —cuando el porcentaje de la aceituna caída es pequeño—, las operaciones a mecanizar son: recogida de la aceituna del suelo (si compensa económicamente), derribo, movimiento de mallas, limpieza, carga y transporte. Si se hace cuan-

do el porcentaje de aceituna caída es grande las operaciones pasan a ser: derribo, recogida de la aceituna del suelo, limpieza, carga y transporte, si bien, para conseguir un aceite de calidad hay que separar la aceituna del suelo de la del vuelo (árbol).

El principio de la campaña debe coincidir con el momento en que se ha formado el aceite y la fuerza de retención del fruto empieza a descender, para así conseguir un porcentaje de derribo alto que, como es lógico, nunca podrá ser del 100%, siendo más rentable perder algo de cosecha que intentar un apurado excesivo (supone

mayor tiempo y puede generar daños en el árbol). El final de la campaña debe llegar cuando la caída natural alcanza un porcentaje apreciable, para evitar que aumente el coste de recogida. En general, lo mejor es comenzar la recogida lo antes posible, siempre y cuando la maduración sea la adecuada, y no prolongarla en exceso.

Para favorecer el desarrollo de la recolección (rendimiento y coste), previamente debe prepararse el suelo (final del verano), mediante el uso de rulos compactadores (foto 1) que trabajan, en redondo o mediante pases cruzados, para dejar la zona de goteo de los árboles con una superficie uniforme.



Fotos 2 y 3. Vibrador de ramas de tipo personal.

Derribo

Vibradores acoplados al tractor

Los mecanismos de vibración pueden ser de dos tipos: biela-manivela y masas excéntricas. Los primeros se aplican fundamentalmente en ramas secundarias por lo que también se conocen como vibradores de ramas (fotos 2 y 3) y pueden ir acoplados al tractor (para vibrar troncos de olivos jóvenes) o, como en la mayoría de los casos, ser de tipo personal (el operario los lleva colgados en bandolera). Se utilizan en explotaciones pe-

queñas, en olivos jóvenes, para evitar perder días de recolección cuando el terreno está intransitable para los equipos acoplados al tractor o autopropulsados y como vareo complementario para agotar el árbol.

Los vibradores de ramas tienen una eficacia de derribo elevada al aplicar la vibración cerca del fruto, pero su inconveniente proviene de los efectos que provoca la exposición del operario a los altos niveles de vibración que se generan en las manos y en la espalda, aunque las máquinas actuales han

mejorado mucho en este aspecto, incorporando sistemas de aislamiento.

Los vibradores de inercia de masas excéntricas están basados en la acción de una masa (orbitales) o dos masas (multidireccionales), aplicándose principalmente al tronco, por lo que son conocidos como vibradores de troncos. En la mayoría de los casos se acoplan en la parte delantera del tractor (foto 4), para facilitar la labor del tractorista, siendo especialmente apropiados para esta labor los tractores de doble tracción, dotados de inversor de marchas y potencias de entre 80 y 100 CV. Los vibradores de troncos pueden ir bien sobre la estructura del cargador frontal o bien sobre una estructura propia, por lo que es conveniente que el tractor tenga un bastidor adecuado para soportarlo.

Los equipos que se colocan en la parte trasera están indicados fundamentalmente para olivos de un pie y trabajan arrastrados, desplazándose linealmente en las calles (foto 5). Su montaje sobre el tractor es muy fácil —como un apero suspendido—, y algunos permiten el acoplamiento delantero en tractores con tripunjal y toma de fuerza frontal. También hay diseños indicados para olivos de varios pies en los que la pinza cuelga suspendida de un pórtico tipo grúa (foto 6), y se coloca sobre los troncos con la intervención de un operario.

Actualmente los vibradores orbitales son los que más se emplean ya que obtienen mejores resultados de derribo en árboles de tamaño pequeño y mediano, quedando reservados los multidireccionales para árboles grandes. Existen modelos en el mercado que permiten seleccionar ambos tipos de vibración.



Foto 4. Vibrador de troncos acoplado a la parte delantera del tractor. Foto 5. Vibrador de troncos acoplado a la parte trasera del tractor.



Foto 6. Vibrador de troncos sobre grúa. Foto 7. Sistema de agarre: (a) en tijera; (b) con tres puntos de apoyo.

Con respecto a las frecuencias, es recomendable utilizar frecuencias de vibración en torno a los 30 Hz/1.800 rpm y limitar el tiempo de vibración del árbol. Este tiempo puede situarse aproximadamente en 12 segundos para derribar el 90% de la aceituna susceptible de ser derribada, y disminuye con la fecha de recolección, siendo más aconsejable realizar dos vibraciones cortas, de unos 6 segundos cada una, que una prolongada (Blanco *et al.*, 2008).

El diseño de la cabeza vibradora (pinza) tiende a situar las masas cerca de la zona de

agarre al árbol para evitar movimientos indeseables durante la vibración que puedan dañar la corteza y las propias almohadillas del vibrador. Realizadas en caucho, estas almohadillas suelen tener 65 shores A de dureza, aunque la mayoría de los fabricantes también proporcionan, para su uso en condiciones de verdeo, almohadillas blandas de 50 shores A que se sujetan con faldones de fieltro.

El sistema de agarre (foto 7) puede ser de tipo tijera, que asegura el agarre en troncos con formas irregulares, o con tres puntos

de apoyo, que sólo puede aplicarse correctamente en troncos cilíndricos.

El sistema hidráulico del vibrador posibilita todas las maniobras de acercamiento al tronco, agarre y vibración, incorporando el control y accionamiento mediante electroválvulas. En algunos modelos más avanzados se ha realizado la automatización de dichos movimientos, de tal forma que el tractorista sólo tiene que acercar la pinza al tronco y ésta, una vez que lo detecta mediante un sensor, realiza el apriete y seguidamente la vibración (foto 8).



Foto 8. Sensor de detección de árboles para la automatización de un vibrador (Doc. Noli). Fotos 9 y 10. Vibrador autopropulsado.



Vibradores autopropulsados

Los vibradores también pueden acoplarse en otros vehículos diseñados específicamente para esta operación (**fotos 9 y 10**). Su constitución es similar a la de los anteriores pero tienen la ventaja de la gran movilidad que consiguen gracias a la transmisión hidrostática de la máquina base, sobre todo si es de tipo triciclo o giran ambos ejes. El valor de adquisición es elevado por lo que sólo son rentables en grandes explotaciones o para empresas de servicios. Algunos inconvenientes son la falta de homologación para circular por carretera o su exclusividad para trabajar en recolección, aunque esto se ha resuelto, en algunos modelos que incorporan enganche tripuntal y toma de fuerza, pudiendo utilizarse también en aplicación de agroquímicos, transporte, y laboreo ligero.

Hay otros vehículos de propósito más general, como las manipuladoras telescópicas (**foto 11**), cargadoras y minicargadoras, que pueden incorporar el vibrador entre sus herramientas de trabajo. 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 pendiente o con grandes variaciones de la misma.

Otros equipos

En el derribo también se pueden usar equipos de tipo personal, constituidos por peines de plástico de diferentes tipos y movimientos alternativos o rotativos. Ubicados en el extremo de una pértiga, se introducen directamente en la copa del árbol realizando un vareo de la misma, de ahí su denominación como vareadores mecánicos (**foto 12**). 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. Presentan una alternativa a los vibradores de ramas, aunque su rendimiento es más bajo.

Recogida de la aceituna

Una vez derribada la aceituna sobre las mallas, la recogida puede realizarse vertiendo su contenido en el cazo de una pala cargadora o sobre unas mallas más pequeñas que, posteriormente, serán recogidas por un tractor con grúa trasera. En ambos casos la descarga se realizará en un remolque ubicado en la cabecera de la parcela, de capacidad suficiente (6 a 8 toneladas) para recibir la aceituna recogida durante una jornada. El movimiento de las mallas puede ser ayudado por el uso de vehículos adicionales como tractocarros.

Otras alternativas son las lonas desplegadas con rebordes de bajo perfil, que permiten una fácil introducción bajo las copas (**foto 13**) y los remolques de mallas.

Recolección de la aceituna del suelo

La recolección de la aceituna del suelo se realiza mediante máquinas para agrupar la aceituna y, posteriormente, recogerla y limpiarla, para lo cual necesitan que el suelo sea previamente preparado. Estas operaciones pueden realizarse con equipos descompuestos (barredoras-hileradoras, recogedoras-cargadoras y limpiadoras) o compuestos (barredoras-cargadoras o cosechadoras de aceituna del suelo) (Gil et al., 2008).



MAYOR
RESISTENCIA
Salud Interior, Belleza Exterior

YaraLiva™ es una gama de **Nitratos de Calcio** de muy alta calidad. Está compuesta por Nitratos de Calcio para aplicación al suelo (Nitrabor y Tropicote) y por Nitrato de Calcio 100% soluble (Calcinit). Los productos **YaraLiva™** mantienen la fruta y la verdura fresca durante más tiempo, mejorando la estructura celular y la calidad del fruto.

No sólo se alarga la vida postcosecha, sino que también se consigue mayor resistencia a enfermedades criptogámicas, más firmeza del fruto, mayor desarrollo de las raíces y un cultivo de mejor calidad en general. El aumento de la calidad del cultivo hará aumentar la rentabilidad.



YaraLiva™



Foto 11. Vibrador sobre manipuladora telescópica. Foto 12. Vareador mecánico. Foto 13. Sistema de recepción (lonas desplegables).

Las barredoras-hileradoras penetran bajo las copas de los árboles (deben tener poca altura) para agrupar la aceituna dispersa en toda la zona de goteo en una superficie más pequeña. Según el sistema que se utilice se dividen en mecánicas y neumáticas. En las primeras se produce el barrido mediante el impulso que reciben los frutos provocado

por el choque con algún elemento mecánico, ya sea, una lona o unos flecos más o menos rígidos (fotos 14 y 15). Con el suelo mojado y con barro trabajan mal. En las neumáticas el impulso de la aceituna se realiza mediante la proyección de un chorro de aire (foto 16).

Las barredoras-recogedoras también se clasifican en mecánicas y neumáticas. Den-

tro de las primeras, la tendencia es a emplear las de cepillo único a contramarcha (foto 17). Necesitan una preparación del suelo muy exhaustiva y en condiciones de suelo mojado y barro o no trabajan o lo hacen mal. En las neumáticas la corriente sopla la aceituna (sopladoras) o la aspira (aspiradoras), hasta una tolva interior donde se almacena.



Fotos 14 y 15. Barredora-hileradora mecánica. Foto 16. Barredora-hileradora neumática.



Foto 17. Barredora-recogedora mecánica y limpiadora de campo. Foto 18. Barredora-recogedora-limpiadora.

Las barredoras-recogedoras grandes de tolva trasera pueden incorporar sistemas de limpieza compuestos por una criba, para las partículas de tierra, y un soplante o ventilador, que completa la limpieza de la aceituna en el camino a la tolva (**foto 18**).

Con estos sistemas la calidad del aceite baja y, aunque en ocasiones puede ser más rentable abaratar el precio de la recogida que buscar la calidad, ésta debe ser el objetivo de la recolección. Para atenuar estos problemas, en todos los casos es necesario limpiar la aceituna previamente a su transporte a la almazara, para lo cual se utilizan limpiadoras de campo (**foto 17**), normalmente, arrastradas por un tractor y que pueden ser accionadas a través de la toma de fuerza o bien estar dotadas de motor propio.

Recolección del olivar intensivo

Derribo y recogida simultánea

Vibradores con paraguas

Se utilizan vibradores de troncos que incorporan una estructura de recepción a modo de paraguas invertido cuando está extendida (**foto 19**). La aceituna recogida es almacenada en una tolva situada debajo del vibrador que, una vez llena, se vacía directamente en un remolque o en faldones dispuestos en las calles, que son recogidos con un tractor con grúa-pluma para después descargarlos en el remolque. El vibrador tiene las mismas características que los descritos anteriormente aunque está dotado de menos movimientos, ya que, se aplica a olivos de un solo pie y cruz alta. Su rendimiento es de unos 50 árboles/h, y presenta el inconveniente de no poder realizar el vareo complementario, aunque los fabricantes ya suelen incorporar medios para facilitarlos.



Foto 19. Vibrador con estructura de recepción (paraguas invertido). Foto 20. Plataforma de recogida con vibrador.

Plataformas autopropulsadas con vibrador

Otra posibilidad es el uso de vibradores que disponen de plataformas de recogida (**foto 20**). Están formados por dos vehículos independientes autopropulsados que se desplazan de forma paralela a ambos lados de la fila de árboles. Uno de ellos lleva el vi-

brador y el otro realiza la recogida de los frutos, su transporte y limpieza hasta unos contenedores paletizables o directamente a un remolque posterior. Aunque, actualmente, no se están aplicando al olivar, en las últimas ferias del sector ya se han podido ver algunos modelos comerciales.

COSECHADORAS DE OCASIÓN



www.enriquesegura.com

Polígono industrial Sector 4, nº 9
50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza). España

Tfno.: 976 18 50 20 • Fax: 976 18 53 74

Móvil: 609 300 299 • E-mail: enrique@enriquesegura.com





Foto 21. Plataforma continua con sistemas sacudidores.

Plataformas continuas con sistemas sacudidores

También se denominan 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 (Gil et al., 2009).

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



Fotos 22 y 23. Cosechadoras de aceitunas (olivar superintensivo).

Recolección del olivar superintensivo

Cosechadoras de aceitunas

La recolección de las plantaciones superintensivas se realiza con máquinas cosechadoras de aceitunas (adaptadas de las vendimiadoras). Se trata de máquinas autopropulsadas y de transmisión hidrostática, con una estructura de tipo pórtico o túnel, bajo la cual pasan los árboles (fotos 22 y 23), situándose la cabina en la parte superior. Están constituidas, fundamentalmente, por los siguientes elementos:

- Cabezal de recolección, 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.

- 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.

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 y trabajar en pendientes laterales. La velocidad de trabajo puede alcanzar los 12 km/h y la de transporte los 27 km/h. ●

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 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.

Gil, J.; Blanco-Roldán, G.L.; Castro, S., 2009. Mecanización del cultivo y de la recolección en el olivar. Ed. Junta de Andalucía. Sevilla.

Blanco-Roldán, G.L.; Gil, J.; Kouraba, K.; Castro, S., 2009. Effects of trunk shaker duration and repetition on removal efficiency for the harvesting of oil olives. Applied Engineering in Agriculture, 25 (3), 329-34.