

Mecanización de la recolección del olivar de mesa

GREGORIO L. BLANCO ROLDÁN Y JESÚS A. GIL RIBES.
 GI Mecanización y Tecnología Rural. Departamento de Ingeniería Rural.
 ETSI Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

En la actualidad, debido al aumento de los costes de producción, a la falta de mano de obra y a la competencia de países como Marruecos, Turquía y Argentina, la producción de aceituna de mesa en España está sufriendo importantes perjuicios que pueden ocasionar el abandono de este cultivo por muchas explotaciones. El comienzo de la solución de estos problemas pasa por reducir los costes de cultivo, los cuales son originados principalmente por las operaciones de poda y recolección. Por tanto, es en la mecanización de estas operaciones donde habría que actuar, priorizando la recolección.

No cabe duda de la importancia del olivar en España; con 2.600.000 ha ocupa el segundo lugar en extensión y, posiblemente, el primero en importancia económica, siendo, además, un cultivo con una expansión actual muy fuerte. Andalucía es la región con mayor superficie (60%) y producción (80%).

El olivar de mesa supone un 15% de la superficie de olivar en España. Las Comunidades de Andalucía y Extremadura son las principales productoras a nivel nacional y mundial, destacando, dentro de éstas, la provincia de Sevilla.

Las variedades fundamentales para mesa son la Manzanilla de Sevilla (localizada en las provincias de Sevilla y Badajoz) y la Gordal sevillana (casi exclusiva de Sevilla), mientras que la Hojiblanca (provincias de Córdoba, Málaga y Sevilla) tiene doble aptitud: mesa o almazara.

En la actualidad, debido al aumento de los costes de producción, a la falta de mano de obra y a la competencia de países como Marruecos, Turquía y Argentina, donde el coste de la mano de obra es inferior, la producción de aceituna de mesa en España está sufriendo importantes perjuicios que pueden ocasionar el abandono de este cultivo por muchas explotaciones.

El comienzo de la solución de estos problemas pasa por reducir los costes de cultivo, los cuales son originados principalmente por las operaciones de poda y recolección, que representan un 74% del coste total y emplean el 91% de la mano de obra (Vega Macías *et al.*,



1

Foto 1. Recolección de la aceituna de forma manual por el sistema de "ordeño". Fuente: Asemesa.

2005). Por tanto, es en la mecanización de estas operaciones donde habría que actuar, priorizando la recolección, que supone un 51% de los costes y un 60% de la mano de obra.

Tradicionalmente, la recolección de la aceituna de mesa se ha realizado de forma manual por el sistema de ordeño. Los operarios, ayudados de escaleras para acceder a los lugares más altos del árbol, arrancan las aceitunas y las depositan en bolsas, llamadas "macacos", que llevan colgadas (foto 1). Una vez llenas, son vaciadas en cajas o contenedores para transportarlos a la planta de elaboración. El inconveniente del sistema es la elevada necesidad de mano de obra, que además debe ser especializada para no producir pérdidas de tiempo innecesarias ni daños al fruto recolectado.

Los primeros estudios sobre recolección mecanizada del olivar de mesa datan de mediados de los años setenta y hacen referencia a

la aplicación conjunta de vibradores de troncos y productos favorecedores de la abscisión, aunque se centran más en aspectos de cultivo que en las máquinas.

Actualmente, el desarrollo y ensayo de materias activas favorecedoras de la abscisión se centran, principalmente, en el fosfato monopotásico y el etileno (Barranco *et al.*, 2004). Estos productos han presentado alta variabilidad en los resultados, según su concentración y el número de aplicaciones, y en otros aspectos, como la cantidad de hoja y fruto caído. Sin embargo, la tendencia es al uso conjunto de vibradores y productos de abscisión para mejorar la caída de fruto sin producir daños excesivos al árbol (Sessiz y Ozcan, 2006).

Por tanto, es necesario abordar estos aspectos para poder revitalizar un cultivo que, actual-

mente, aporta producciones de calidad reconocida y que es de interés económico y social.

Aspectos generales de la recolección

Los problemas para la recolección de aceituna de mesa son similares a los de la recolección de almazara, pero con una serie de dificultades añadidas: fruto en estado 1 de maduración (color verde y con alta fuerza de desprendimiento, superior a 6 N, **foto 2**); árbol activo, por lo que presenta alto riesgo de daño al tronco; estructura con abundantes ramas péndulas adaptada a la recolección manual; y frutos que pueden dañarse al impactar contra el suelo, para lo cual hay que detener el proceso de daño mediante su introducción rápida en salmuera.

Por tanto, es necesario hacer adaptaciones del cultivo y de la máquina (vibrador de troncos). 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 al 30 Hz/1.800 rpm parece adecuada, aunque faltan estudios para determinar los modos de vibración y las frecuencias de resonancia de este tipo de olivos. 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.

Por último, hay que tener en cuenta que todo sistema de recolección tiene un porcentaje de



2



3



4

Foto 2. En la recolección de la aceituna de mesa el fruto se encuentra en el estado 1 de maduración. Fuente: Asemesa.

Foto 3. Olivo típico de verdeo.

Foto 4. Vibrador de ramas.

cosecha que no es rentable recoger. Así, una pérdida de menos del 10% puede ser aceptable si el coste de su recolección es alto.

La gran variedad en los diferentes tipos de olivar que existen 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 (**foto 3**).

En este sentido, en los últimos treinta años se ha producido una evolución constante de las técnicas de recolección, pasando de las basadas en el desprendimiento de la aceituna mediante vibración, que son las más utilizadas en la actualidad, a los nuevos sistemas constituidos por sacudidores de follaje y a las cosechadoras de olivar intensivo.

Maquinaria para el derribo del fruto

Las técnicas de recolección mecanizada son similares a las del olivo de almazara, salvo que la recogida siempre debe hacerse sobre lonas o estructuras de recepción. En pequeñas explotaciones los sistemas de tipo personal (vibradores de ramas y sacudidores de follaje) pueden utilizarse, pero para reducir la mano de obra y los costes de recogida, en general, hay que ir a sistemas que actúen en el conjunto del árbol.

Vibradores de ramas

Los vibradores unidireccionales, llamados "biela-manivela" por el sistema que genera la vibración, son de tipo personal (el operario se los cuelga en bandolera) y se aplican en ramas secundarias, por lo que también se conocen como vibradores de ramas (**foto 4**).

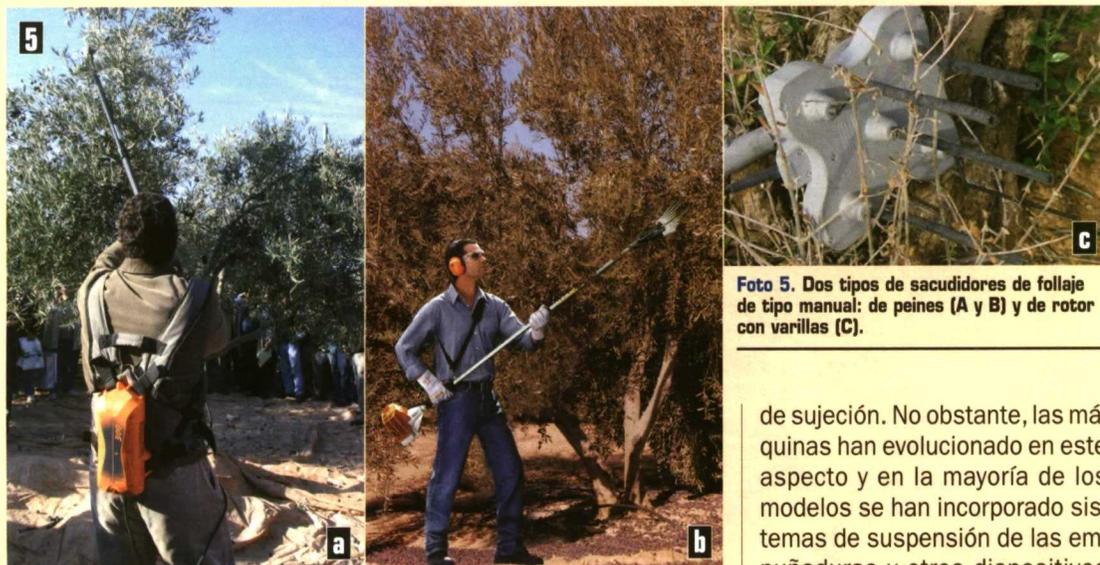


Foto 5. Dos tipos de sacudidores de follaje de tipo manual: de peines (A y B) y de rotor con varillas (C).

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, 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.

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 5). 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.

Vibradores de troncos

La recolección mecanizada utilizando vibradores de troncos, prácticamente generalizada en aceituna de almazara, se está realizando en olivar de mesa de forma aislada, fundamentalmente, debido a la dificultad que presenta su adaptación a árboles diseñados para la recolección manual, con formación de ramas principales péndulas y que se encuentran en pleno desarrollo vegetativo durante su recolección (mayor fuerza de retención del fruto).

En función de la vibración que generan, los vibradores pueden ser multidireccionales u orbitales. Estos últimos parecen los más adecuados y generan la vibración gracias a una sola masa excéntrica, dando lugar a un movimiento en forma circular (órbita). Se acoplan, principalmente, en la parte delantera del tractor y en la parte trasera (foto 6), en el enganche tripuntal. También hay modelos en los que la cabeza vibradora se coloca sobre un pórtico tipo grúa (foto 7) 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.

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, recogen las aceitunas y las depositan sobre algún elemento de carga (Gil Ribes y López, 2004).

La recolección de la aceituna de mesa se realiza en época de actividad del árbol, por lo que el uso de vibradores puede dañar la corteza. Es importante el área de contacto y la presión de cierre, lo que hace necesario estudiar el sistema de agarre en cuanto a su forma, material de las almohadillas y presión que se ejerce sobre el tronco.

En cuanto a la forma del sistema de agarre, existen tres: agarre en forma de tijera (foto 8), agarre en forma de tenaza (foto 9) y agarre en tres puntos (foto 10).

La disposición del motor hidráulico puede ser centrada en la cabeza vibradora (foto 10) o lateral sobre un brazo de la misma (foto 11), siendo este diseño, en principio, más adecuado para evitar movimientos indeseables que dañen la corteza, por situar la masa más cerca de la zona de agarre al tronco.

Parámetros de funcionamiento

Las frecuencias de los vibradores están entre 25 y 30 Hz.



Foto 6. Vibrador acoplado en la parte trasera del tractor.

Foto 7. Vibrador colgado.

Mínimo clever farming laboreo

El secreto de una buena siembra

- Prestaciones y polivalencia
- Enterrado preciso y uniforme
- Manejo fácil y rápido
- Seguridad en el transporte
- Tren de siembra independiente



Foto 8. Forma del sistema de agarre: agarre en tijera.

Foto 9. Forma del sistema de agarre: agarre en tenaza.

Foto 10. Pinza con agarre en tres puntos y motor hidráulico centrado.

Foto 11. Pinza con motor hidráulico lateral.



Este parámetro es fundamental para obtener un porcentaje de derribo adecuado, que puede cifrarse en un 90% aproximadamente, considerando que hay un porcentaje de aceituna que no va a poder derribarse, ya que intentararlo no compensa económicamente. En este sentido, el uso de productos favorecedores de

la abscisión permite obtener porcentajes cercanos o superiores al 90%, independientemente de la bondad de la máquina utilizada, lo que indica que en el estudio de la aplicación de los vi-



Durán Maquinaria Agrícola s.l.
Carretera N-640, km. 875 - 27192 LA CAMPIÑA (Lugo)
Tel.: 982.22.71.65 - Fax: 982.25.20.86
E-mail: info@duranmaquinaria.com
www.duranmaquinaria.com



PÖTTINGER
www.poettinger.es

bradores a las plantaciones de olivar de mesa es necesario determinar el umbral de rentabilidad del conjunto vibrador-pro-

ducto y mejorar el diseño de las máquinas para hacer innecesario el uso de los productos. Por otra parte, una poda adecuada debe-

ría eliminar la necesidad del vareo complementario (foto 12).

Otro aspecto a considerar es la importancia de la vibración en la dirección vertical del plano de la pinza como variable responsable, en parte, de los daños ocasionados al árbol. Se deben usar equipos que la mantengan por debajo del 10% de la aceleración total.

El tiempo de vibrado también se considera un parámetro de operación fundamental. Se ha determinado que tiempos de aproximadamente doce segundos son suficientes para derribar el 90% de la aceituna susceptible de ser derribada y que son preferibles dos vibraciones cortas de seis segundos que una prolongada (Blanco *et al.*, 2004) (figura 1). Esto, que es muy importante en la aceituna de mesa para evitar daños al árbol, viene contemplado en algunos vibradores que incorporan temporizadores para detener la vibración y así obligar al operario a aplicar vibraciones sucesivas espaciadas unos segundos.

otros vehículos de aplicación general o incluso a los tractores convencionales. Se caracterizan por su transmisión hidrostática, lo que les confiere gran maniobrabilidad, sobre todo si son del tipo triciclo, y por el aumento de su capacidad de trabajo (cuadro I). Su principal inconveniente es su falta de homologación para circular por carretera.

Los segundos están apareciendo progresivamente en el mercado, con aplicaciones diversas (foto 14), cuya utilidad depende mucho de las particularidades de la explotación. Sí hay que destacar el uso creciente de manipuladoras telescópicas (foto 15), que a su versatilidad 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.

Derribo y recogida simultánea

El reto de la mecanización de la recolección del olivar es conseguir una cosechadora de frutos de concepción similar a la de otros cultivos. Los condicionantes actuales lo impiden en muchos casos, sobre todo en olivar tradicional, que además aún supone más del 80% del olivar español, pero no está tan lejos en otros, como en el olivar intensivo y, sobre todo, en el superintensivo.

Aunque existen plataformas de recogida similares a

Vehículos autopropulsados

Los vibradores también pueden acoplarse en otros vehículos diseñados específicamente para esta operación o en vehículos de propósito más general que incorporan el vibrador como alternativa.

Los primeros son los conocidos como "vibradores autopropulsados" (foto 13). Para aumentar su rentabilidad, se les ha ido incorporando cada vez más dispositivos (como enganches y toma de fuerza), equiparándolos así a los



Foto 12. Vareo complementario al uso del vibrador.

Figura 1.

Porcentaje de derribo acumulado durante la vibración.

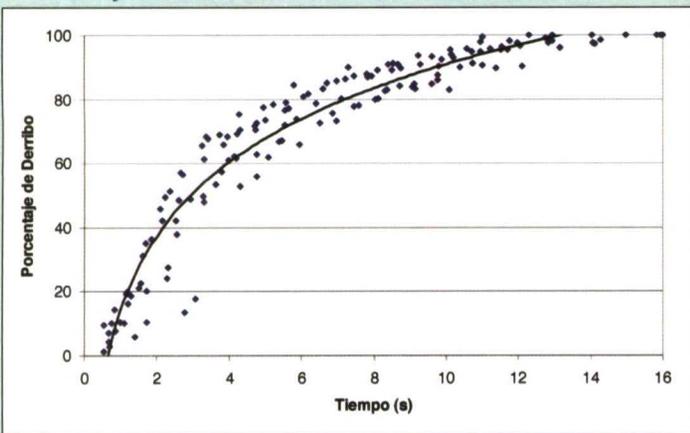


Foto 13. Vibrador autopropulsado.

Cuadro I. Tiempos de trabajo y capacidades de vibradores acoplados al tractor y autopropulsados

Parámetro	Vibradores acoplados	Vibradores autopropulsados
Tiempo de vibrado (s)	23,55	13,49
Tiempo movimiento pie-pie (s)	25,70	21,97
Tiempo movimiento pie-árbol (s)	37,5	29,25
hectárea/h	0,118	0,283
pies/h	38,63	97,75
árboles/h	12,76	31,40



las de otros frutales, 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. Las ventajas de este método radican en emplear menos mano de obra y aumentar los rendimientos de la operación (foto 16).

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

Además, en el caso del olivar de mesa, está el problema del daño al fruto (molestado), lo que obliga a desarrollar sistemas adecuados de interceptación (foto 17), al igual que se hace en otros frutales cuyo destino es el consumo en fresco.

Otros sistemas

Sacudidores de follaje

Los sacudidores de follaje son una alternativa a la vibración. En la foto 18 se muestra un modelo de origen italiano que utiliza un peine, acoplado en la parte frontal del tractor, en un pórtico tipo grúa, accionado por su propio sistema hidráulico. Consiste en un cilindro provisto de varillas, dispuestas helicoidalmente en toda su longitud, que se mueven accio-

nadas por un motor hidráulico.

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.

Cosechadoras

Actualmente, y derivadas, en parte, de técnicas de recolección de la naranja y la uva, han aparecido cosechadoras de aceituna, basadas en sacudidores de follaje, con sistemas que permiten adaptarlos a la forma del árbol (foto 19). Esta línea tiene gran futuro en plantaciones adaptadas aunque es necesario avanzar en su diseño. ■

Foto 14. Vibrador con estructura de recepción (paraguas invertido) acoplado en una minicavadora.

Foto 15. Vibrador acoplado en una manipuladora telescópica.

Foto 16. Vibrador con paraguas invertido.

Foto 17. Estructuras de recepción.

Foto 18. Sacudidor de follaje montado en tractor.

Foto 19. Cosechadora de aceitunas por sacudida de follaje: vistas delantera y trasera.

BIBLIOGRAFIA

Barranco, D.; Arquer, O.; Navarro, C.; Rapoport, H.F., 2004. Monopotassium phosphate for olive fruit abscission. HortScience, 39(6), 1313-1314.

Gil, J.; López, F.J., 2004. Mecanización. En: El cultivo del olivo. Barranco, D.; Rallo, L.; Fernández-Escobar, R., (eds.). Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Sessiz, A.; Ozcan, M.T., 2006. Olive removal with pneumatic branch shaker and abscission chemical. Journal of Food Engineering, 76, 148-153.

Vega Macías, V.; Guzmán, J.P.; Navarro, C.; Higinio, A.; Díaz, J.M.; Rejano, L., 2005. Recolección mecanizada de la aceituna de verdeo. Agricultura, 874, 376-379.