

Recolección mecanizada de la aceituna con vibradores

Son el método más eficaz para provocar la caída del fruto

Un sistema de recolección de la aceituna cada vez más eficaz pasa por la utilización de equipos vibradores cuyo diseño y prestaciones estén en constante mejora, así como por la adaptación de la estructura de los olivos a la máquina que se desea usar.

● **ALBA FILLAT Y SANTIAGO PLANAS.** Centro de Mecanización Agraria de Lleida. Generalitat de Cataluña.

El necesario incremento de la productividad del olivo pasa por una reducción de sus costes de producción, entre los cuales la recolección representa una fracción bien destacada. En este sentido, la mecanización de la recolección mediante la utilización de equipos vibradores es una solución eficaz para buena parte de las explotaciones oliveras.

La difusión de estos equipos vibradores, sobre todo en esta última década, ha propiciado que se haya dedicado una especial atención al estudio de las características de la vibración y de las propiedades del sistema árbol-cabezal vibrador, para poder determinar las características

idóneas de la máquina vibradora, adaptar las plantaciones a las necesidades de la mecanización y conseguir así la máxima eficiencia y rentabilidad de la recolección mecanizada.

Principio de funcionamiento de los vibradores

Un sistema óptimo de derribo del fruto es aquél que produce un elevado porcentaje de caída de la aceituna, en un tiempo mínimo, con una potencia reducida y que, además, no causa daños en el olivo (Porras, 1994).

En este sentido, los vibradores mecánicos son el método más eficaz. El principio de funcionamiento de los vibradores se basa en la transmisión de vibraciones al árbol para provocar la abscisión del fruto. La vibración se transmite desde el punto de agarre de la pinza del vibrador al árbol hasta el fruto, a través de la estructura del árbol, originando aceleraciones que provocan la rotura peduncular y el desprendimiento del fruto.

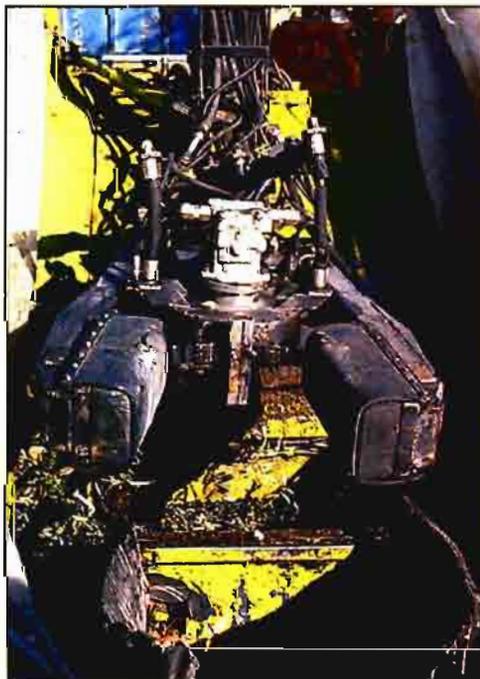
La mayoría de vibradores actuales corresponden a los denominados vibradores de inercia. Según describe A. Porras, dentro de este grupo encontramos los vibradores basados en un mecanismo biela-manivela que acciona un brazo des-



F.2. Vibrador de biela-manivela, tradicionalmente llamado vibrador unidireccional.



F.3. Pinza de agarre de un vibrador unidireccional.



F.1. Cabezal de vibrador de masas excéntricas multidireccional.

lizante que se fija mediante una pinza al árbol y que provocan una vibración unidireccional (foto 2).

Pero los más comunes son los vibradores multidireccionales basados en el modelo desarrollado por Brandt en el año 1965. En la cabeza vibradora existen dos masas excéntricas que giran alrededor de un eje común, en sentido contrario y con velocidades diferentes aunque

muy próximas. Dichas masas al girar crean unas fuerzas centrífugas, cuya resultante variable en módulo, dirección y sentido, genera una vibración en el tronco del árbol. Esta vibración multidireccional provoca en el tronco un movimiento en estrella con un número de direcciones variable (**foto 1**). Las masas y las velocidades de rotación pueden modificarse para adaptarse a diferentes potencias motoras y condiciones de vibración.

En el caso de utilizar una sola masa excéntrica girando a una velocidad angular constante, nos encontramos ante un vibrador orbital, que hace que el tronco se mueva siguiendo una circunferencia. Al no provocar una sacudida brusca del árbol el desprendimiento del fruto se hace más difícil, por lo que son poco utilizados (Ortiz-Cañavate et al., 1989).

Un elemento importante en el vibrador es la pinza de agarre. Es importante que permita una buena transmisión de la vibración y se adapte adecuadamente al árbol sin ocasionar daños en la corteza. Según el punto de agarre al árbol existen vibradores de ramas y de troncos. Debido a las características de la pinza y tipo de vibración, los vibradores de biela-manivela o unidireccionales tienen restringido su campo de utilización al vibrado de ramas o troncos de pequeño diámetro (**foto 3**). En el caso de los vibradores de ramas es necesario desplazar el brazo de una rama a otra, por lo que los vibradores de tronco permiten unos rendimientos de trabajo más elevados (**foto 4**).

Para favorecer el trabajo del conductor, la mayoría de vibradores suelen ir montados en la parte frontal del tractor (**foto 5**), aunque también los hay que van sobre la parte posterior (**foto 6**). Pero, sin duda alguna son los modelos autopropulsados los que tienen mejores posibilidades de maniobrabilidad dentro de la plantación (**foto 7**).

Los tiempos de vibrado varían entre los 5 y 30 segundos, según el tipo de vibrador utilizado y la resistencia de las aceitunas a desprenderse. Teniendo en cuenta las maniobras de aproximación que se tienen que hacer para la colocación de la pinza del vibrador y los desplazamientos entre árboles se calcula, por ejemplo, que se tarda de minuto a minuto y medio por olivo en el caso de vibradores de tronco en plantaciones de un sólo tronco.

CUADRO I. CONDICIONES EN LAS QUE SE REALIZA LA RECOLECCIÓN CON VIBRADOR DE LA VARIEDAD DE ACEITUNA ARBEQUINA EN LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN GARRIGUES.

Valores medios obtenidos en los ensayos realizados en las campañas 1995-96 y 1996-97.	
Ubicación de las parcelas de ensayo (t)	Alcanó, la Granadella, Llardecans, Sarroca de Lleida, el Solerás, els Torns
Dimensiones del tronco	
altura de la cruz (m)	0,30 - 1,80
diámetro (m)	0,10 - 0,35
Dimensiones de la copa	
altura máxima (m)	3,28 - 5,00
diámetro (m)	1,85 - 5,00
Producción (kg/árbol)	10 - 15
Resistencia peduncular (N)	3,55 (secano) 4,16 (riego de apoyo)
Masa de los frutos (g)	0,96 (secano) 1,46 (riego de apoyo)
Índice de resistencia (N/g)	3,81 (secano) 2,86 (riego de apoyo)
Vibración	
tiempo de aplicación (s)	15-30 (unidireccional) 10 (multidireccional)
Desprendimiento (%)	75 - 90

Intercepción y recogida del fruto

Tras la vibración, el fruto que se desprende puede caer directamente al suelo o sobre unas lonas o mallas previamente colocadas debajo de los árboles.

La recogida de las aceitunas del suelo, práctica incompatible con la obtención de un aceite de primerísima calidad, puede realizarse mediante varios sistemas: pinchadoras, aspiradoras, sopladoras y, el más difundido, el de las barredoras combinadas con una recogedora. El principal inconveniente de estos sistemas es que precisan de labores previas de preparado del terreno utilizando rulos compactadores, ya que es necesario un suelo liso y sin vegetación, lo que aumenta el tiempo y costes de la recolección (**foto 8**). Además, alguno de los sistemas de recogida mencionados puede dañar los frutos y, por lo tanto, limitar la calidad de la producción.

La colocación de las lonas de forma manual también hace aumentar considerablemente el tiempo empleado en la recolección de cada árbol (10-15 minutos/árbol), por lo que la mecanización de esta tarea también es un aspecto importante. Existen dos sistemas mecánicos básicos de intercepción del fruto con mallas: la utilización de un remolque con unas mallas laterales que se enrollan hacia el mismo mediante unos rodillos y el llamado paraguas invertido, un receptáculo de lona en forma de cono invertido que se extiende alrededor del tronco del olivo y permite que las aceitunas caigan a un recipiente situado en su fondo, el cual dispone de una capacidad para varios árboles y cuando está lleno se descarga en un remolque.

El derribo y la intercepción de la aceituna también se puede hacer de forma simultánea. Actualmente se están utilizando varios sistemas: a) el remolque adicional extensible, que es una mejora de la malla enrollable; b) la doble plataforma, formada por dos unidades que se sitúan a ambos lados de las líneas de árboles: una con un vibrador y una plataforma inclinada que dirige las aceitunas hacia el otro equipo, y otra unidad con una plataforma inclinada con una cinta transportadora que conduce las aceitunas hacia una tolva; y c) el vibrador-paraguas invertido, montándose en un mismo tractor el vibrador y el paraguas invertido (**fotos 9 y 10**). Esta última máquina es la que se está utilizando de forma más eficaz y que ya se ha generalizado en la zona de Les Garrigues (Lleida).



F.4. Pinza de agarre de un vibrador multidireccional de troncos.



F.5. Vibrador multidireccional montado en la parte frontal del tractor.



F.6. Vibrador unidireccional montado en la parte posterior del tractor.



F.7. Vibrador multidireccional autopropulsado.

Mejora de la eficacia de desprendimiento

Las eficacias de recolección oscilan alrededor del 90% de frutos desprendidos, porcentaje que puede disminuir hasta el 75% en caso de plantaciones poco adaptadas a la recolección mecanizada.

Como el objetivo es no dejar ninguna aceituna en el árbol se utilizan distintas estrategias para conseguirlo. En la zona de Andalucía se acompaña la vibración de un vareo complementario, mientras que en Cataluña, en la zona de les Garrigues, se opta por realizar dos o más pases del vibrador de forma escalonada (Solé et al., 1994). Esta solución no es del todo satisfactoria, ya que incrementa sensiblemente los costes de la recolección, al tener que actuar varias veces sobre el mismo árbol. En Italia se han realizado varias pruebas aplicando dos módulos de vibración diferente, una vibración multidireccional y una vibración orbital, aumentándose así la cantidad de aceituna desprendida (Proietti et al., 1991).

El incremento del porcentaje de derribo pasa tanto por una mejora del diseño y

de las prestaciones del equipo vibrador, como por la adaptación de la estructura de los olivos a la máquina que se quiera utilizar.

En relación a la estructura de los olivos, se ha de favorecer al máximo la transmisión de la vibración por todo el árbol, de forma que pueda llegar a todas las ramas productivas. Esto se consigue con estructuras lo más erectas posibles, con pocas ramas principales y sin cambios bruscos de dirección, sin ramas péndulas y con un volumen de copa reducido. Es preferible que el árbol esté formado a un sólo pie y, en el caso de utilizar vibradores con paraguas invertido, que tenga una altura de la cruz de al menos un metro para que se pueda realizar bien el agarre de la pinza del vibrador al tronco y el plegado y desplegado del paraguas.

En cuanto a las características del fruto, los cultivares mejor adaptados a la

recolección mecanizada son, en general, aquellos que tienen un fruto grande, pedúnculo corto, maduración uniforme y con una baja relación fuerza de retención/peso (FRF/p) (Tous et al., 1992). En este sentido la variedad Arbequina, una de las variedades tradicionales en Cataluña, y actualmente empleada en nuevas plantaciones en toda España, en general

alcanza unos valores de retención intermedios, pero su principal inconveniente para la recolección mecanizada, reside en el hecho de que la maduración de los frutos es escalonada.

En referencia al equipo vibrador son numerosos los esfuerzos que se están llevando a cabo para conseguir incrementos de su eficacia, sin que para ello sean necesarios mayores requerimientos de potencia y sin que se cause daños

en los árboles. Se dedica especial atención al estudio de la transmisión de la vibración en el árbol, la relación entre

«Las eficacias de recolección con estos métodos oscilan alrededor del 90% de frutos desprendidos».



F.8. Preparación previa del terreno para la posterior recogida de la aceituna del suelo.



F.9. Conjunto vibrador-paraguas invertido montado en el mismo tractor.



F.10. Descarga de las aceitunas en un remolque.



F.11. Sensor acelerométrico, para el estudio de las características de la vibración.

frecuencia y amplitud, el lugar de colocación de la pinza vibradora, etc.

En este sentido, en el Centro de Mecanización Agraria de Lleida, desde hace dos campañas, se están realizando una serie de ensayos encaminados a estudiar la adecuación de los sistemas mecánicos de recolección a las plantaciones de aceituna de la variedad Arbequina en la zona de Les Garrigues (Planas et al., 1997). Como principales objetivos se han establecido:

1.- La caracterización del funcionamiento de los equipos vibradores disponibles actualmente en el mercado (unidireccionales, multidireccionales y orbitales) mediante ensayos en plantaciones comerciales; medida de los parámetros físicos de la vibración: frecuencia, amplitud, aceleración y velocidad; estudio de la transmisión de las vibraciones en el árbol y eficiencia de la recolección (foto 11).

2.- El establecimiento de líneas de mejora en el diseño de los equipos actuales en base a los resultados obtenidos.

3.- La determinación de las adaptaciones que se han de realizar en las plantaciones para optimizar la recolección con vibradores: sistemas de poda, marcos de plantación, etc.

En el cuadro I se presentan las condiciones en las que se realiza la recolección con vibrador de la variedad Arbequina en la denominación de origen Garrigues.

La recolección en continuo

En estos últimos años ha surgido la posibilidad de utilizar las máquinas vendimiadoras para la recolección de la aceituna (foto 12). A este respecto, se han realizado una serie de pruebas en planta-



F.12. Vendimiadora utilizada para la recolección en continuo de la aceituna.

ciones jóvenes de la variedad Arbequina en la zona de Les Garrigues. Las máquinas, que se desplazan cabalgando sobre las líneas de los olivos, tienen una gran capacidad operativa y consiguen el desprendimiento de la práctica totalidad de los frutos (Planas, 1995). La principal limitación es la exigencia de plantaciones de alta densidad formadas en seto y con un reducido tamaño de los árboles que permitan el paso de la máquina.

En este sentido, hay empresas constructoras que trabajan en la búsqueda de alternativas para la recolección en continuo que se adapten a las formas arbóreas que se disponen en la actualidad. Así, la empresa californiana Ag-Right ha diseñado un prototipo basado en un cilindro vertical de púas con un movimiento de oscilación rotativo que produce una vibración que, en contacto directo con las ramas, provoca el desprendimiento de la aceituna.

La necesaria mecanización de la recolección de la oliva ha llevado a una generalización del uso de los vibradores, sistema que se ha mostrado eficaz para lograr el desprendimiento de la aceituna. Cada vez se están utilizando diseños más perfeccionados que han conseguido que se avance considerablemente en la eficacia de dicho sistema. Sin embargo, cabe prever que las exigencias de un mercado de grasas vegetales cada vez más competitivo nos conducirán a la adopción de sistemas más evolucionados, como la recolección en continuo.

Al mismo tiempo, deberá contemplarse que las plantaciones han de permitir el trabajo de estas máquinas, por lo que se requiere una adaptación de la estructura del árbol y de sus marcos de plantación. Sin duda, para los próximos años se acometerán importantes cambios en la concepción del olivar.

BIBLIOGRAFIA

- Ortiz-Cañavate, J.; Hernanz, J.L. (1989) Técnica de la mecanización agraria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 641 pp.
- Planas, S. (1995). Primeros ensayos de recolección en continuo de la aceituna Arbequina. I Simposi de l'olivera arbequina a Catalunya. Les Borges Blanques. Pp. 97-99.
- Planas, S.; Fillat, A.; Pelegrí, C. (1997). Avances en la recolección mecanizada del olivar. Fruticultura Profesional nº 88. Especial olivicultura II. pp 106-112.
- Porras, A. (1994). Recolección mecanizada de la aceituna. Consejo Oleícola Internacional. Colección: Manuales prácticos. 119 pp.
- Proietti, P., Cartechini, A., Palliotti, A. (1991). Efficienza della raccolta meccanica nell'olivo in relazione alle caratteristiche della vibrazione ed alla tipologia della piante. Annali Fac. Agr. Univ. Perugia. Vol. XLV. 1991. pp 275-282.
- Solé, M.A., Florensa, M. (1994). Recolección mecanizada de la aceituna en Lleida. Agricultura 746:803-808.
- Tous, J., Romero, A. (1992). Determinación de la fuerza de retención/peso del fruto en 17 cultivares de olivo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Invest. Agr.: Prot. Veg. Vol. 7 (3), 1992. pp. 399-405.