

SITUACION
ACTUAL

Mecanización de la recolección de la aceituna:

por: Juan Barasona Mata*



Se están ensayando actualmente muchos tipos de máquinas barredoras y recogedoras de las aceitunas del suelo. Finca Guijarrillo. 1992.

INTRODUCCION

El olivo, debido a su rusticidad, se ha plantado en zonas muy variables en cuanto a suelo y climatología, lo que ha originado distintos marcos de plantación, número de pies por árbol, tipos de podas, etc., buscando la máxima productividad, pero haciendo las plantaciones sin criterios científicos, que sólo han empezado a usarse en la segunda mitad del siglo XX y, fundamentalmente, en estos últimos 30-35 años, que coinciden casi exactamente, con los años dedicados a este cultivo por D. José Humanes Guillén.

La longevidad del olivo, su vigor y tardanza en entrar en producción obligaban a que las plantaciones permaneciesen hasta cientos de años. Este olivar tradicional, que tiene una densidad media de 78 plantas/ha en España, fue plantado en la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX y, en gran parte, está en plena producción.

Por otra parte, a partir de 1960 comienzan en Andalucía a realizarse nuevas plantaciones de alta densidad, siguiéndose ya criterios distintos, en cuanto a tipos de plantas, variedades, marcos de plantación, poda y cultivo que consiguen la entrada en producción mucho antes y permiten que en el cultivo se puedan seguir las mismas normas que en el de otro cualquier frutal.

Pero, tanto en el olivar tradicional como en el intensivo, la recolección manual se hace de la misma forma, suponiendo en la actualidad, alrededor del 70% de la mano de obra utilizada en el cultivo.

SISTEMAS DE RECOLECCION TRADICIONALES

Existen tres sistemas de recolección:

- Recogida del suelo
- Ordeño
- Vareo.

El sistema de recolección del suelo no es recomendable porque los rendimientos de la mano de obra son muy bajos y por-

que la calidad del aceite obtenido es muy mala. Consiste en recoger, en una o en varias parcelas, la aceituna que se ha caído de forma natural. La madurez hace que el aceite que se obtenga de ellas haya perdido sus características organolépticas más preciadas y que si han permanecido mucho tiempo en contacto con el suelo, tenga mucha acidez.

El método del ordeño es el utilizado normalmente en el verdeo. Los operarios van cogiendo, una a una, las aceitunas y las van depositando en unos recipientes o bien dejándolas caer al suelo sobre unas redes colocadas previamente. Tiene como inconveniente el bajo rendimiento de la mano de obra.

El vareo consiste en que el operario, provisto de una vara de 2-4 metros de longitud, golpea al árbol en las ramas fructíferas para que la aceituna se desprenda y caiga sobre unas redes colocadas bajo los árboles. Estas redes son recogidas vertiendo la aceituna en cajas o espuestas que después se echan en el remolque para hacer la limpieza de la aceituna en la casa de labor o en la almazara, utilizando limpiadoras de capacidad media o alta, que resulta mucho más económica que la que se efectuaba en el campo. Este sistema es el más extendido en la actualidad, teniendo el inconveniente de que los ramones golpeados caen junto al fruto y en estos ramones tiernos es donde se produce el fruto del año siguiente, favoreciéndose, por tanto, la vecería del olivo.

Utilizándose este sistema, la recolección de la aceituna para almazara puede dividirse en las siguientes faenas:

- Recogida del fruto caído natural y previamente sobre el terreno.
- Vareo del fruto en el árbol.
- Recepción del fruto derribado.
- Separación del ramón grueso, carga y transporte.

En el Cuadro I se exponen los tiempos de trabajo necesarios en las diferentes faenas de la recolección y en el Cuadro II,

(*) Dr. Ingeniero Agrónomo. Catedrático de Motores y Máquinas Agrícolas. Departamento de Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba.

los porcentajes para una cosecha de 30-40 kg por árbol.

Como se ve en el Cuadro II, la faena que más mano de obra necesita es el vareo, seguida de la recogida del fruto caído, aunque la mano de obra necesaria para esta operación es muy variable, dependiendo de la época de la recolección, principio o final de campaña, e incluso de las diferentes campañas, variando entre el 0%, cuando no hay aceituna caída, y el 30-35%, cuando se ha caído un porcentaje de alrededor del 10%, en el que ya hay que barrer todo el terreno que cubre el suelo del olivo.

MECANIZACION DE LA RECOLECCION

Introducción

El deseo de los oliveros sería que existiese una cosechadora integral de aceituna que hiciese todas o casi todas las operaciones que hemos reseñado en la recolección manual. Como veremos más adelante, esto sólo es posible en determinados olivares.

La situación actual es tratar de mecanizar independientemente cada una de las operaciones o tareas en las que se descompone la recolección, dependiendo las operaciones a efectuar de cuándo se efectúa ésta.

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.

- Movimiento de mallas.
- Derribo.

Y si se hace cuando el porcentaje de la aceituna caída es grande, son:

- Derribo.
- Recogida de la aceituna del suelo sabiendo que el aceite que vamos a obtener por este segundo sistema y que procede, fundamentalmente, de aceituna caída, no será de calidad por las causas que ya expusimos cuando hablamos del método de recolección del suelo.

La duración de la campaña o número de días disponibles para efectuar la recolección, es un factor a tener muy en cuenta ya que:

a) Con respecto a las máquinas deseáramos que tuviese mucha duración para que los equipos tuviesen muchas horas de trabajo, lo que implica costos horarios bajos, pues los costos fijos son constantes, cualquiera que sea el número de horas que trabaje la máquina y, por tanto, su componente en:

$$C_h \text{ (pta/h)} = \frac{C_F \text{ (pta/año)}}{h \text{ (h/año)}} + C_v \text{ (pta/h)}$$

el costo horario depende del número de horas h que la máquina trabaje al año.

b) Con respecto a la calidad del aceite, deseáramos que tuviese poca duración para que el aceite obtenido tuviese todas sus características organolépticas más apreciadas.

Considerando que la recolección debe terminar cuando la caída natural alcanza un porcentaje apreciable, porque la dificultad y disminuye la calidad del aceite, debe comenzar lo antes posible y este momento es cuando se haya formado todo el aceite.

Este momento óptimo de comenzar coincide con el momento que han desaparecido los frutos verdes del árbol. Se puede, incluso, empezar unos días antes si se quieren obtener aceites afrutados, aceptando una pequeña pérdida de producción.

Las consideraciones que se han hecho en este apartado, no son específicas de la recolección de la aceituna, ya que la mecanización de cualquier labor obliga a estudiar la bondad de esa labor con las máquinas a utilizar y la rentabilidad de dichas máquinas. No podemos olvidar que las máquinas son un medio de producción y en su uso tenemos que tener en cuenta su utilidad para la labor a efectuar y su coste.

El estado actual de la mecanización se puede resumir diciendo que se están imponiendo los vibradores de troncos de los que hay una amplia gama en el mercado; que se están ensayando distintos tipos de barredoras y recogedoras, y que en estos dos últimos años, se han empezado a utilizar vibradores de tronco provistos de interceptores para las aceitunas derribadas.

Derribo

El derribo se efectúa por medio de vibradores multidireccionales de masas excéntricas, utilizándose también algunos de biela-manivela y de cable, que son utilizados en las nuevas plantaciones o como vibradores de ramas, teniendo, en este caso, poco rendimiento, porque tienen que vibrar todas las ramas principales del árbol.

Los vibradores multidireccionales de masas excéntricas pueden ser autopropulsadas o, lo más común acoplados al tractor.

En la cabeza vibradora giran dos masas excéntricas en sentido contrario y con velocidades diferentes, aunque próximas. Dichas masas, al girar, crean fuerzas centrífugas cuya resultante variable en módulo, dirección y sentido, genera una vibración en el tronco del árbol.

Dicha vibración puede ser controlada variando la velocidad de giro del eje en el que están situadas las masas de inercia. La vibración se transmite desde el punto de agarre al árbol hasta el fruto a través de la estructura del árbol. Esta vibración origina aceleraciones en el fruto que hacen que se rompa el pedúnculo y se desprenda. La potencia absorbida por el motor hidráulico que acciona las masas de inercia es proporcionada por un motor alternativo, que en el caso más normal, es un trac-

CUADRO I. Tiempo de trabajo, expresado en minutos, para las diferentes faenas de la recolección de aceituna para almazara mediante el sistema de vareo según productividad del árbol.

Faena/Producción	10 kg	20 kg	30 kg	40 kg	50 kg	60 kg
Recogida del fruto caído	10'00	16'50	23'75	29'25	34'00	40'00
Movimiento de mallas	12'35	12'35	12'35	12'35	12'35	12'35
Vareo	17'36	25'01	31'76	40'11	47'94	55'00
Separación de ramón grueso, carga y transporte	1'67	2'78	4'85	7'83	11'55	16'03
Total en min H/árbol	41'38	56'64	72'71	89'54	105'84	123'38
Total en min H/kg	4'14	2'83	2'42	2'24	2'11	2'05

CUADRO II. Porcentaje del tiempo total por hectárea necesario en cada una de las faenas de recolección de aceituna para almazara mediante el sistema de vareo.

Faena	Porcentaje de tiempo (%)
Recogida del fruto caído	32-33
Movimiento de mallas	17-14
Derribo	44
Separación de ramón grueso, carga y transporte	7-9



Vibrador multidireccional de masas excéntricas, utilizado en la Estación de la Venta del Llano de Mengibar (Jaén) para ensayos y prácticas de alumnos de la Escuela de Ingenieros Agrónomos de Córdoba.



Sistema de vibrador-paraguas invertido, considerado casi como una cosechadora integral.

tor en el que la bomba del vibrador es accionada por la toma de fuerza y, en otros casos, es un equipo autopropulsado.

La eficacia de los vibradores no es del 100%, por la resistencia al desprendimiento de la aceituna, estructura del olivo muy influenciada por la variedad y poda, y por el tamaño de los árboles. Se consiguen eficacias del 90% en árboles homogéneos y que han tenido una poda idónea para la transmisión de la vibración. A lo largo de una campaña se consiguen eficacias del 80-90%, siendo mucho menor al principio que al final de la campaña por la disminución de la resistencia al desprendimiento de la aceituna.

El número de pies por árbol más interesante para la recolección es de 1 pie, por el número de maniobras que se evitan en el movimiento del vibrador. También el árbol de un solo pie se puede formar mucho mejor que el de varios pies. La nueva olivicultura tiende, además, a árboles de un solo pie con marcos de plantación que den unos 200 olivos por hectárea que tienen mucha más superficie de copa, a igualdad de volumen, que árboles de tres pies plantados a un marco de 12 x 12, ya que la cosecha es directamente proporcional a la superficie de copa. Está suficientemente ensayado que en una plantación de olivos, cualquiera que sea el marco de plantación, el volumen de copa tiende a un valor, y por tanto, cuantos más olivos por ha haya, más superficie de copa tendremos y antes alcanzaremos el volumen óptimo. El número aproximado de 200 olivos y marco cuadrado (7 x 7) o rectangular (8 x 6) es el indicado para evitar la competencia entre árboles y permitir el movimiento de las máquinas por las calles. Al no ser la eficacia del 100%, se necesita un vareo complementario para el agotamiento del árbol. Este vareo incidirá fundamentalmente sobre las ramas a las que llega con más dificultad la vibración.

En el Cuadro III se exponen los tiempos de la recolección empleando vibrador.

En olivos de 1 pie el vibrador puede vibrar 300-310 olivos/día y en olivos de 3 pies, alrededor de 100.

Teniendo en cuenta que el coste horario de la unidad tractor-vibrador es de 6.000 ptas. cuando trabaja entre 200-250 h al año, el costo de vibrar un olivo es de 120 ptas., independiente de la cosecha tenga el árbol.

En el Cuadro IV se comparan los tiempos de recolección manual y utilizando vibrador.

Considerando que el coste de la mano de obra es de 11 pta/min., el umbral de

rentabilidad del vibrador de troncos está entre 30 y 40 kg en olivos de tres pies y por debajo de los 10 kg en olivos de 1 pie.

Los vibradores que existen en el mercado está siendo mejorados continuamente. Entre las mejoras hay que destacar:

a) El funcionamiento del vibrador en los períodos transitorios, arranque y parada, disminuyéndose las oscilaciones a las que se somete el olivo en estos períodos.

b) Mejora del agarre del vibrador al árbol para evitar los daños en la corteza.

c) Acoplamiento del vibrador a los tres brazos del tractor y a la toma de fuerza, pudiéndose independizar el tractor del vibrador.

CUADRO III. Tiempos de trabajo, expresado en min H y min V, cuando el derribo del fruto se hace mediante vibrador (olivos de un pie, eficacia 90%, aceituna caída 10%).

Faena/Producción	10 kg	20 kg	30 kg	40 kg	50 kg	60 kg
Recogida del fruto caído	10'00	16'50	23'75	29'25	34'00	40'00
Movimiento de mallas	12'35	12'35	12'35	12'35	12'35	12'35
Vibrado	1'11	1'11	1'11	1'11	1'11	1'11
Vareo para agotar árbol	2'22	2'22	3'33	3'33	4'44	4'44
Separación de ramón grueso, carga y transporte	1'67	2'78	4'85	7'83	11'55	16'03
Total en min H/árboles	26'24	33'85	44'28	52'76	62'34	73'82
Total en min H/kg	2'62	1'70	1'48	1'32	1'25	1'21
Total en min V/kg	0'111	0'056	0'037	0'028	0'022	0'019

CUADRO IV

Tiempo/Producción	10 kg	20 kg	30 kg	40 kg	50 kg	60 kg
Recolección manual (min H/árbol)	41'38	56'64	72'71	89'54	105'84	123'38
Recolección vibrador (min H/árbol)	26'24	33'85	44'28	52'76	62'34	72'82
Diferencia (min H/árbol)	15'14	22'79	28'43	36'78	43'50	50'56

d) Variación de los parámetros de la vibración, frecuencia y amplitud sin necesidad de variar los contrapesos.

Movimiento de mallas

El movimiento de mallas se puede mecanizar por medio de remolques de gran longitud provistos, es uno de los laterales de la caja, de un rodillo en el que se enrollan mallas cuando el rodillo gira accionado por un motor hidráulico, o bien mediante una transmisión mecánica desde la toma de fuerza. Estos remolques son muy utilizados en la recolección de la almendra.

El funcionamiento es el siguiente: el remolque es situado al lado del olivo, fuera de su zona de goteo, y 2 operarios tiran de las redes que están enrolladas en el rodillo pasándolas por los dos lados del olivo y cubriendo la zona de goteo. Una vez colocadas las mallas, el vibrador vibra el tronco, pudiendo los operarios que han extendido las redes hacer el vareo suplementario. Una vez vibrado el olivo, se pone en marcha el rodillo en el que se van enrollando las redes que van sostenidas en el extremo por los 2 operarios, que evitan que las aceitunas caigan al suelo y que las obligan a caer en el remolque.

Este sistema es muy efectivo, pero el tren de mecanización requiere el empleo de tres factores, dos remolques y un vibrador. Este equipo es muy difícil que sea rentable en una explotación olivarera, porque estos tractores y remolques trabajarán muy pocas horas durante el año.

El umbral de rentabilidad de este equipo está en unos 40 kg/árbol cuando se trata de olivos de 1 pie, ya que su rendimiento es de 150-155 olivos por día, y alrededor de 70 kg, cuando se trata de olivos de 2 pies.

Cuando la distancia entre árboles lo permite, se colocan dos rodillos, uno a cada lado de la caja, aumentando su rendimiento casi hasta el doble.

También se ha intentado cubrir de mallas toda la zona de goteo del olivar, para que al recoger las mallas en una sola operación, se recoja la aceituna derribada por el vibrador más la que ha caído naturalmente, pero la inversión a realizar es muy alta porque la zona a cubrir puede ser más de 60 m² por olivo, y porque el aceite obtenido no sería de calidad, al mezclarse la aceituna derribada con la que ha caído previamente de forma natural.

tén formados a un solo pie y que tengan la cruz a un metro como mínimo.

Hay dos sistemas:

a) Vibrador-paraguas invertido:

En un mismo tractor se monta el vibrador y el paraguas invertido.

El paraguas invertido se monta en la parte delantera del tractor. Se compone de un bastidor que termina en una plataforma, que normalmente sirve como tolva de recepción de las aceitunas, y unos largueros situados en la parte frontal del tractor, siendo accionados los dos extremos y que, al girar alrededor de la plataforma hasta unirse en la parte opuesta al tractor, arrastran a la lona cerrándose el paraguas.

El vibrador está también situado en la parte frontal del tractor, estando dotado de menos movimiento que el vibrador clásico, ya que los movimientos de inclinación longitudinal o transversal no son necesarios porque sólo se vibran olivos de un solo pie y prácticamente verticales.

La cabeza vibradora debe de quedar situada lo más cerca posible de la plataforma del paraguas, para que no agarre al árbol demasiado alto.

El equipo de recolección está formado por el vibrador-paraguas y un remolque o contenedor en el que se van depositando las aceitunas cuando se llena la plataforma. El equipo humano está compuesto por el conductor del equipo más un ayudante que orienta al conductor en el agarre cuando las ramas péndulas impiden ver el tronco al conductor.

b) Doble plataforma:

El equipo lo forman dos tractores sobre los que se montan los siguientes elementos.

En el primero, se monta el vibrador lateralmente y una plataforma inclinada en dirección a la línea de olivos y que dirige la aceituna hacia el otro equipo.

En el segundo, hay una plataforma inclinada que termina en una cinta transportadora que conduce las aceitunas que caen en las dos plataformas hasta una tolva, previo paso del producto por una zona en que se limpia mediante aire. Los dos tractores marchan siguiendo la línea de árboles.

Como en el caso del sistema vibrador-paraguas invertido, este sistema sólo es utilizable cuando se trata de plantaciones

de un solo pie, con la copa formada a 1 m de altura y con árboles de poco porte.

Recolección de la aceituna del suelo

Las máquinas que efectúan esta operación están todavía en fase de prototipos salvo algunas sopladoras manuales y pequeñas barredoras de cepillos.

Las barredoras y las recogedoras utilizadas en la recolección de frutos secos se están ensayando en el olivar, sin haberse obtenido la máquina que efectúe perfectamente la operación.

Para que estas máquinas puedan hacer la operación se necesita una previa preparación del suelo utilizando rulos compactadores o la vulgarmente llamada viga, muy útil en suelos pedregosos.

Para la recolección de las aceitunas del suelo que se encuentran distribuidas uniformemente bajo las copas de los árboles hay que hacer las siguientes faenas u operaciones elementales:

- Hilerado de frutos.
- Elevación.
- Limpieza.
- Envasado de los frutos.

Estas son operaciones de todo sistema de recogida, siendo fundamentales las a), b) y d), y optativa la c), que se puede hacer en la casa de labor o en la almazara.

Por otra parte, estas operaciones las pueden hacer diferentes máquinas, barredoras, recogedoras-cargadoras y limpiadoras o bien mediante máquinas compuestas que se llamarían barredoras-cargadoras o bien cosechadoras de aceitunas del suelo.

Todas estas máquinas deben tener en común que deben ser de poca altura para poder penetrar bajo la copa de los árboles.

a) Hileradoras

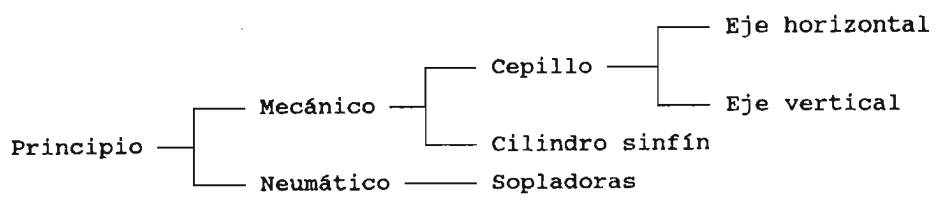
La concentración de frutos es la operación inicial para poder utilizar de forma rentable las máquinas recogedoras. El fruto podría ser recogido directamente sin ser hilerado, pero las máquinas recogedoras suelen ser mucho más caras y lentas que las barredoras.

El acordonado se puede hacer por los siguientes principios:

En la recolección de frutos secos y cítricos se han impuesto las barredoras me-

Derribo e interceptación simultánea

Con estos sistemas se derriba la aceituna con un vibrador, cayendo sobre unas lonas que se han colocado previamente de forma mecánica. Se podrían considerar como cosechadoras integrales. Necesitan para su funcionamiento que los olivos es-



cánicas que necesitan menos potencia que las barredoras neumáticas.

En la aceituna se están ensayando diferentes tipos de barredoras aunque parecen más idóneas las de tipo neumático, ya que éstas dañan menos el fruto, que en este caso es blando y del que debemos obtener un aceite de calidad. El dañado es incompatible con este tipo de aceite, salvo que la elaboración sea inmediata.

El soplado supera también al barrido en que cuando el suelo está húmedo, muy normal en la época de la recolección de la aceituna, los pelos se llenan de barro dificultándose mucho la operación.

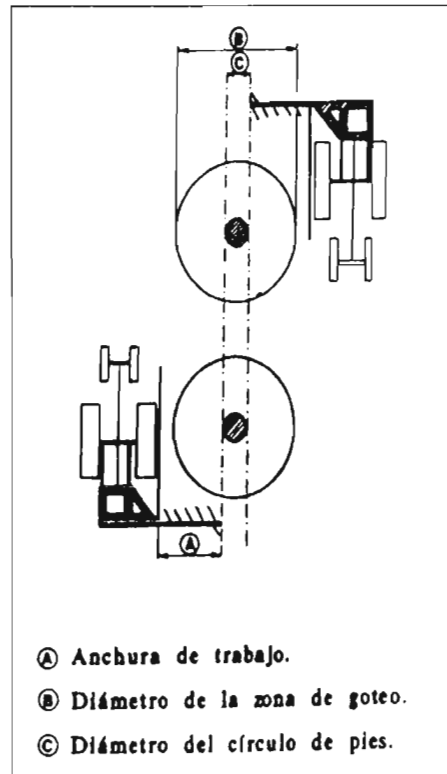
Sea cual sea el sistema de barrido la anchura de trabajo deberá ser de 2,5 a 3 m para poder hacer para cada hilera de árboles un cordón a cada lado del olivo.

b) Recogedoras-cargadoras

La elevación del fruto es la operación fundamental que realizan estas máquinas. Casi todas, como hemos indicado anteriormente, van provistas de unos sistemas de limpieza, que separan del fruto parte de las impurezas que lo acompañan.

Los principios por los que funcionan estas máquinas son:

Entre las recogedoras mecánicas desarrolladas para frutos secos y aceituna



- Ⓐ Anchura de trabajo.
- Ⓑ Diámetro de la zona de goteo.
- Ⓒ Diámetro del círculo de pies.

Esquema de trabajo de una máquina barredora.

son las dotadas de cilindro recogedor, que gira en sentido contrario al avance, las más utilizadas. Los frutos son barridos por un cilindro dotado de dedos flexibles sobre una cinta transportadora o sobre una cadena elevadora.

La utilización de este sistema para la aceituna se vería favorecido por la existencia de un cilindro auxiliar de mayor diámetro con giro en el sentido del avance y dotado de pelo muy flexible que empuje los frutos contra el segundo cilindro.

Este cilindro auxiliar podría ser sustituido por una corriente de aire de sentido contrario al de la marcha y que haría el empuje antes reseñado.

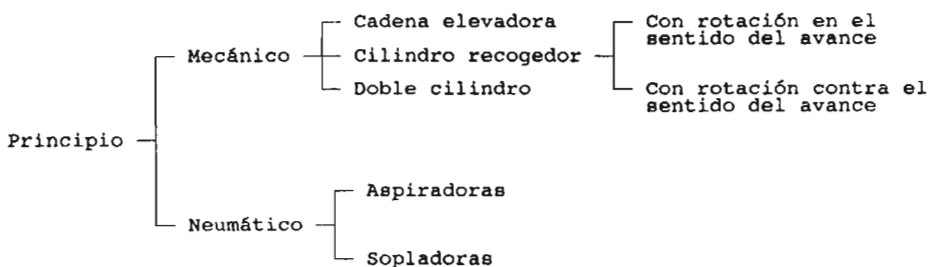
Entre las elevadoras neumáticas se han desarrollado aspiradoras y sopladoras.

De las primeras hay varias en el mercado teniendo como inconveniente un bajo rendimiento si el fruto está extendido y el requerimiento de mucha potencia para aspirar el fruto.

Producen además mucho polvo y aspiran muchas impurezas. La única manera de evitar la entrada de impurezas de gran tamaño es la colocación de las bocas de succión muy cerca del suelo.

La utilización de estas máquinas para recoger aceituna sólo está justificada cuando el fruto está agrupado en forma de montones si se han usado sopladoras o bien hilerado con hileradoras.

El empleo de sopladoras para elevar aceitunas por una rampa hasta una cinta transportadora transversal es el sistema que emplea la CEEREM VU-4015, cosechadora de frutas de gran capacidad, ya que se puede considerar como barredora-recogedora y que tiene como máximo inconveniente la dificultad para acercarse a los troncos de los árboles.



Máquina recogedora de frutos del suelo, dotada de cilindro recogedor que gira en sentido contrario al avance. Demostración de Recolección Mecanizada de Aceitunas. Archidona (Málaga), 1993.



Entre las elevadoras neumáticas, para la recogida de aceitunas del suelo, se están desarrollando aspiradoras, cuyos prototipos se vienen presentando últimamente a los concursos y demostraciones internacionales organizados por el Ministerio de Agricultura.