



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.5.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

**Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo**



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.5_2.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

Recolección de aceituna y otros frutos pequeños

**Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo**

El olivo se ha considerado tradicionalmente como una especie vegetal de crecimiento lento, alcanzando su edad adulta a los 10-12 años, aunque en condiciones favorables a partir del 4º ó 5º año puede dar el 50% de su producción potencial. Entre los 35 y los 150 años se considera el periodo de plena madurez, y a partir de esta edad envejece, con lo que sus producciones se hacen desiguales. Con las nuevas plantaciones intensivas y superintensivas se ha reducido considerablemente el periodo improductivo.

El periodo de crecimiento de las ramas se produce desde mediados de la primavera hasta comienzos del otoño, con un periodo más lento en el centro del verano por el calor y la falta de lluvia (clima “mediterráneo”).

A finales del otoño entra en reposo invernal y se induce la formación de frutos para la cosecha siguiente, lo que explica que la fructificación se produzca sobre ramas desarrolladas en el año anterior, y no en las nuevas que aparecen en la primavera.



Recolección de la aceituna

- Elevadas necesidades de mano de obra
- Tiempo disponible limitado
- Condiciones climatológicas poco favorables
- Dimensión reducida de las explotaciones
- Características inadecuadas del cultivo
- Fluctuación de la producción
- Poco interés por parte del sector industrial
- Fabricantes locales poco tecnificados

Se resumen los condicionantes que afectan a la evolución de los sistemas para la recolección de la aceituna.



Sistemas tradicionales de recogida

- **Recogida del suelo: esperar hasta la caída del fruto (acidez, trabajo incómodo, condiciones muy especiales)**
- **Ordeño: especial para aceituna de mesa (menores daños en el fruto, tiempo elevado)**
- **Vareo: el mas extendido (daños en los brotes, habilidad de los vareadores)**

Aunque en los medios de comunicación especializados se destaca todo lo que se relaciona con el olivar intensivo en sus diferentes variantes, la mayor parte de la superficie de olivar en España mantiene su estructura tradicional.



La recolección tradicional (1969)

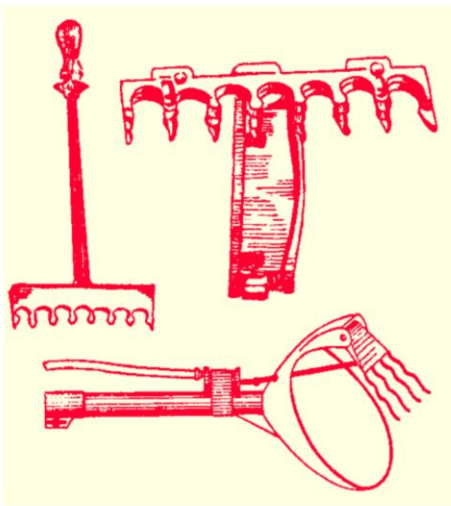


Sistema tradicional de recogida de la aceituna que se mantiene en explotaciones familiares de pequeña dimensión



Arrancadores - peinadores

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



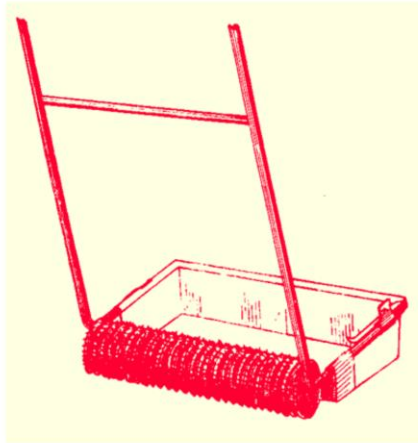
Sistemas que se fueron introduciendo para aumentar la productividad de la mano de obra en la recolección de la aceituna.

Los sistemas de peinado ayudan a desprender la aceituna de las ramas,



Barredores mecánicos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



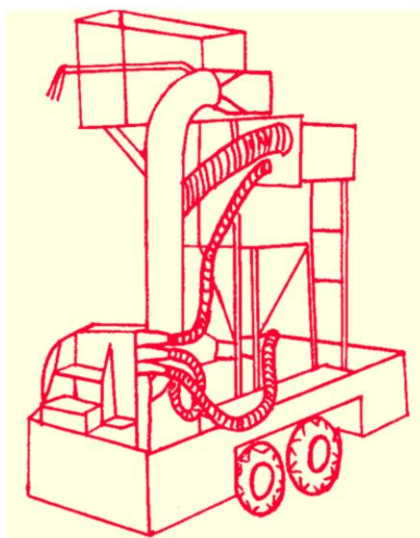
Las barredoras mecánicas de púas recogen la aceituna derribada, pero si se utilizan púas en los elementos recogedores la aceituna queda dañada. Solo se utilizan para recoger la aceituna caída.

Las modernas barredoras utilizan cepillos.



Ciclones para derribo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

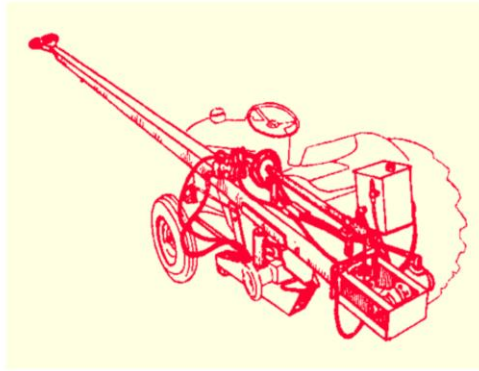


Se utilizaron inicialmente para producir el derribo de la aceituna, pero los resultados obtenidos fueron malos, ya que por la forma y dimensiones de la aceituna se necesitan grandes velocidades de aire, lo que produce el arranque de ramas y hojas.



Vibradores de ramas y troncos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

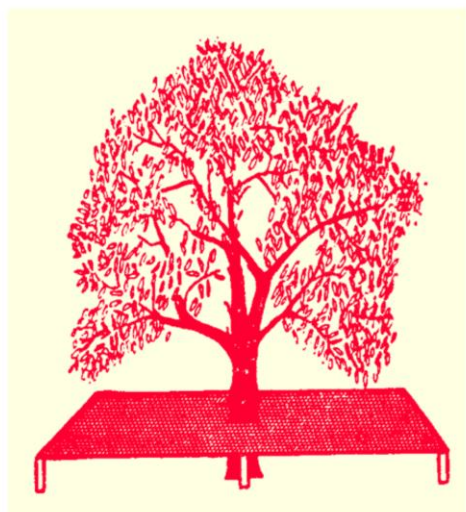


Los vibradores de troncos y de ramas se han impuesto progresivamente para las plantaciones tradicionales, solos o combinados con elementos de recogida (paraguas invertido)



Mantones y mallas

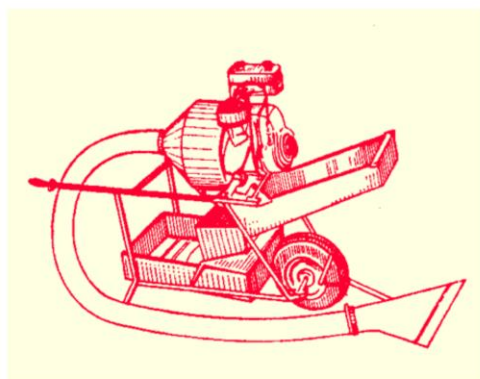
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para recoger la aceituna derribada mediante vibradores se pueden utilizar malla y mantones que se colocan previamente en el suelo. A veces dispone de sistemas que permiten su retirada mecanizada.



Recogedores-aspiradores



Como alternativas para la recogida de la aceituna presente en el suelo (derribada o caída) se pueden utilizar aspiradoras y barredoras de cepillos. Generalmente predomina las barredoras-sopladoras de pequeña dimensión manejadas a mano para agrupar la aceituna antes de recogerla.



Tiempos de trabajo en recolección tradicional - 50 kg / arb. (min)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Operaciones	Vareo, suelo preparado	Vareo sobre mantones	Ordeño sobre mantones
Preparación de suelos	0.17		
Recogida de aceituna caída (8% = 4 kg)		8.50	8.50
Colocación de mantones		0.07	0.07
Vareo u ordeño	1.05	1.05	2.60
Recogida del fruto	2.50	0.08	0.08
Traslado, limpieza, pesada, etc.	0.26	0.64	0.64
Total (min TH/kg)	3.98	2.36	3.81

Evaluando los tiempos de trabajo necesarios para las diferentes operaciones con los sistemas de recolección tradicional se obtiene valores medios como los indicados en esta tabla.

Hay que resaltar la importancia del tiempo dedicado al derribo de la aceituna en los sistemas de ordeño (arranque de la aceituna a mano) y la recogida del fruto derribado sobre el suelo.



Distribución de tiempos en las diferentes operaciones según un sistema de recolección tradicional

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

<i>Operación</i>	<i>Tiempo (%)</i>
Recogida fruto caído	27 - 28
Movimiento de mallas	15 - 16
Derribo (vareo)	39 - 40
Traslado, limpia, envasado	15 - 16

Expresando en porcentaje los tiempos correspondientes a las diferentes operaciones en la recolección tradicional destaca la importancia relativa del derribo, por lo que es la maquinaria que facilita esta operación la que primero se desarrolla.



Tiempos de trabajo en recolección con vibrador (min)

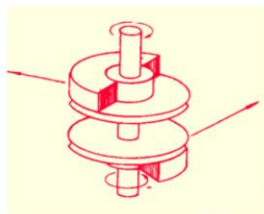
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Operación	10 kg/arb.	20 kg/arb.	30 kg/arb.	40 kg/arb.	50 kg/arb.	60 kg/arb.
Recogida suelo (8 %)	10.00	16.50	23.75	29.25	34.00	40.00
Movimiento de mallas	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55
Vareo con vibrador	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
Vareo manual (complementario)	2.39	4.63	6.60	8.45	10.11	11.55
Limpieza, ensacado, pesada, etc.	4.47	8.38	13.25	19.03	25.5	32.83
Total M.O. (min TH/kg)	2.92	2.09	1.87	1.73	1.64	1.61
Total vibrador (min/kg)	0.111	0.056	0.037	0.028	0.022	0.01

Utilizando vibradores de tronco sobre olivos españoles los tiempos de trabajo son los indicados en este cuadro. Esto explica el empleo generalizado de vibradores de tronco, así como el aumento de los elementos de recogida de la aceituna derribada, bien sobre mantones o utilizando barredoras.



Vibradores de troncos



Salvo en las plantaciones superintensivas, la recolección se realiza generalmente mediante vibradores de tronco montados en el frontal de los tractores agrícolas con soportes similares a los de las palas cargadoras. En el caso de plantaciones de un solo pie, o de dos pies muy próximos, se puede utilizar un paraguas asociado al vibrador.

Los vibradores se montan sobre tractores con potencias de 90 a 120 CV. Para los vibradores se prefiere tractores con arco frente a los dotados de cabina. Es ventajoso que tengan inversor hidráulico, ya que habitualmente hay que trabajar con desplazamientos adelante y atrás, así como velocidades ultra lentas si se utilizan con las picadoras de restos de poda.



Derribo sobre mallas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En la zona, con árboles de 3 pies, el número de árboles vibrados por día está entre 150 y 200. Contando con tres pies, esto significa 600 maniobras de aproximación y retirada, lo que da clara ventaja a los tractores con inversor hidráulico. En el caso de olivos en los que se pueda utilizar paraguas para recoger la aceituna derribada, la capacidad de trabajo puede ser de 300 olivos/día.

El derribo también se realiza sobre mantones colocados en el suelo, que se desplazan arrastrados manualmente o mediante un vehículo todo terreno pequeño. La descarga de los mantones se efectúa manualmente sobre la pala de un tractor, que se encarga de transportar la aceituna al remolque.

En otras ocasiones, la descarga se realiza sobre un manto de 3 x 3 metros, con argollas en sus esquinas, que se sitúa en el centro de cuatro árboles. La cantidad de aceituna que almacena este manto es de unos 300 a 500 kg. Seguidamente, con una pequeña grúa situada en el enganche posterior del tractor se recoge la manta, a partir de las cuatro argollas de sus esquinas, elevándola para descargarla sobre el remolque.



Proceso de recogida con vibrador y paraguas

Vista lateral (vibrador y paraguas)



Paraguas abierto



Aproximación al tronco



Preparado para descargar



Con el paraguas plegado el tractor aproxima la pinza del vibrador al tronco y se realiza el amarre.

Luego se abre el paraguas y se inicia el proceso de vibración.

En la última etapa se cierra el paraguas y la aceituna contenida en el receptor se descarga sobre un remolque

Para las grandes extensiones se utilizan vibradores autopropulsados para conseguir mayor productividad, gracias a la maniobrabilidad de estos equipos. En las nuevas plantaciones con estructura convencional, los marcos más utilizados son 8 x 12 o bien 7 x 14 metros.



Vibradores manuales



Vibrador de ramas
para manejar a mano



Vibrador para el derribo por acción
directa sobre la vegetación

Para la recolección en explotaciones de poca superficie de olivar se utilizan vibradores manuales, que también sirven para completar el derribo de la aceituna después del empleo de los vibradores de troncos.

En el mercado se ofrecen dos tipos de vibradores manuales: los que actúan sobre las ramas provocando un movimiento alternativo y los que actúan directamente sobre la aceituna mediante oscilación provocada sobre la vegetación.



Vibrador manual de ramas accionado mediante motor térmico

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



pinza-gancho

motor térmico



posición de trabajo



En los del primer grupo, los fabricantes han desarrollado sistemas que aíslan de la vibración a la persona que los maneja mediante soportes antivibración por delante de las empuñaduras, o colocando dispositivos de compensación dinámica. Un motor térmico de baja potencia y reducido peso es el que acciona el mecanismo de oscilación va unido a la vara con el gancho que actúa sobre la rama con frecuencia de unos 600 ciclos/min; el peso total del conjunto llega a los 14 kg en las de mayor potencia.

Los vibradores de gancho tiene una gran eficacia en el derribo de la aceituna, ya que actúan directamente sobre las ramas, por lo que elimina el efecto aislante derivado de la forma del olivo, pero su rendimiento es bajo como consecuencia de su peso y del efecto de la vibración sobre el usuario.



Derribo de la aceituna mediante peine vibrante



Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

En los que actúan directamente sobre la aceituna se genera una vibración en la vegetación mediante unas varillas agrupadas en forma de peine sencillo o doble. En estos casos se ofrecen equipos accionados con motores térmicos, o bien con motores eléctricos que se alimentan mediante baterías recargables que suministran la energía necesaria para una jornada de trabajo. Estas baterías se transportan mediante un arnés que se adapta al operador como mochila, o en la propia vara.

Para la longitud de la vara con el peine se ofrece diferentes opciones; normalmente la longitud es de unos 3 metros, y el peso del conjunto, sin incluir la batería es de 2.5 a 3.5 kg. En algunos modelos se pueden ajustar la posición de las púas del peine para aumentar la agresividad en las variedades de olivo en las que el derribo es difícil. La frecuencia de vibración está alrededor de 800 vibraciones/min.

Los vibradores o vareadores de peine son más cómodos de manejar, aunque obligan a peinar todas las ramas, lo que reduce su capacidad de trabajo.



Vibradores de troncos (cabezal y pinza)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

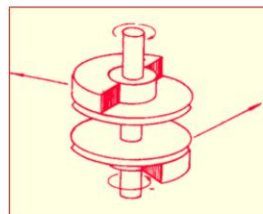


En la actualidad, para producir el derribo de la aceituna con elevada capacidad de trabajo se utilizan los vibradores de tronco con masas excéntricas integradas en un bloque, que se conoce como cabezal, que al rotar sobre un eje generan fuerzas radiales que producen la vibración (vibradores multidireccionales). Este cabezal dispone de una pinza con mordazas que retiene el tronco del olivo durante la vibración, de forma que el cabezal y el olivo vibran de manera conjunta.



Elementos que generan la vibración

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El mecanismo que genera la vibración puede estar formado por dos rotores desequilibrados (masas radiales) que giran en sentidos contrarios y a diferente velocidad. El accionamiento de los ejes de los rotores se puede hacer a partir del movimiento generado en uno de ellos mediante un motor hidráulico, que lo comunica al otro rotor mediante poleas y correas trapezoidales, o bien con dos motores hidráulicos que actúan uno en cada rotor, en cuyo caso no es necesaria la transmisión por correa entre ellos.

Otra alternativa es utilizar un solo rotor con masa desequilibrada que produce una vibración radial, generando un movimiento del cabezal con el tronco del olivo de tipo circular, u orbital. Un solo motor hidráulico es suficiente para accionar este rotor, y modificando el régimen de rotación del motor se cambia la frecuencia de la vibración en el árbol. Con los sistemas orbitales se pueden generar la vibración más próxima al tronco del árbol, con lo que se reduce el tamaño de la pinza. También se generan fases de aceleración y frenada durante el ciclo de vibración para incrementar la eficiencia en el derribo; en algunos casos, la gestión del proceso de vibración se puede memorizar para aplicarlo automáticamente a determinados tipos de árboles.

Comparando el comportamiento de los cabezales orbitales con los multidireccionales en las mismas condiciones de trabajo se observa algo mayor eficacia que los orbitales, pero demandan mayor potencia para su accionamiento.



Vibradores de troncos (magnitudes físicas)

- **Relación frecuencia / amplitud**
 - Referencia $a = 3000 \text{ ms}^{-2}$; $s = 20 \text{ mm}$
 - $50 - 60 \text{ m}^3$: $2 \times 20 \text{ kg}$; 90 CV
 - $90 - 100 \text{ m}^3$: $2 \times 45 \text{ kg}$; 130 CV
 - Masas de inercia utilizadas: 2×40
 - 1400 min^{-1} , 2300 ms^{-2} , $s = 26 \text{ mm}$ ($s = 52 \text{ mm}$)
 - 1566 min^{-1} , 1500 ms^{-2} ; $s = 18 \text{ mm}$

Tomando como referencia los trabajos del Dr. Ing. Agr. A. Porras (Recolección Mecanizada de la Aceituna – Consejo Oleícola Internacional) se puede establecer, como referencia para el derribo, la necesidad de producir sobre la aceituna en el árbol unas aceleraciones de 2000 m/s^2 . Para conseguirlo es necesario que el vibrador, en su punto de amarre al tronco, origine aceleraciones próximas a 3000 m/s^2 . Esto se puede conseguir aumentando la velocidad angular de los contrapesos, o la amplitud de la vibración.

Por los ensayos efectuados se puede recomendar, para olivos jóvenes de tamaño medio (volumen de copa $50-60 \text{ m}^3$), dos masas excéntricas de 30 kg , con radio de inercia de 10 cm , para producir amplitudes próximas a los 20 mm , y para olivos grandes (volumen de copa de $90-100 \text{ m}^3$), dos masas excéntricas de 45 , con radio de inercia de 10 cm , colocando las pinzas en ambos casos sobre el tronco a 30 cm de la superficie del suelo.

Es habitual la oferta comercial de vibradores con dos masas de inercia de 40 kg con 10 cm de radio de inercia, cuyo accionamiento demanda poca potencia, que se hace girar a un régimen de unas 1400 rev/min . En estas condiciones con solo $50-55 \text{ CV}$ de potencia nominal en el tractor se podrían vibrar olivos grandes.

La vibración que se consigue con olivos de tamaño medio produce amplitudes de 26 mm , con aceleración de unos 2280 m/s^2 , que no son las ideales, pero que pueden alcanzar un elevado porcentaje de derribo; hay riesgo de daños en las ramas en el arranque, cuando la amplitud alcanza los 52 mm .

En olivos grandes con este vibrador se obtendrían amplitudes aproximadas de 18 mm con aceleraciones teóricas de 1550 m/s^2 , lo que son bajas para conseguir el derribo del fruto; esto obligaría a aumentar el tiempo de vibración para producir la rotura del pedúnculo de la aceituna por fatiga.



Unión de la pinza al tractor



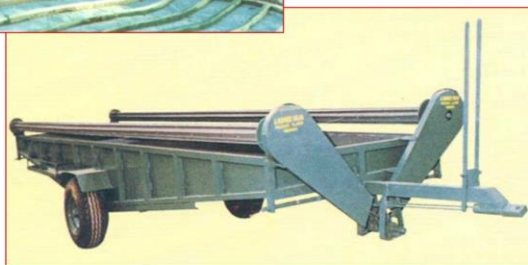
El conjunto del cabezal con la pinza va unido al tractor, o máquina autopropulsada, mediante un sistema de tres cadenas de soporte, que actúan como aislante de la vibración, para que la pinza tome la posición deseada (perpendicular al tronco del árbol). El tractor que monta el cabezal dispone de brazos para la elevación y descenso del conjunto, similares a los que se utilizan en las palas cargadoras, junto con mecanismos que permiten la inclinación y el volteo del cabezal. En algunos casos también utilizan un sistema telescópico que facilita el acercamiento de la pinza al tronco del olivo con el tractor detenido a mayor distancia, evitando que pueda pisar el terreno sobre el que se produce el derribo de la aceituna.

El tamaño de la pinza debe ajustarse a las dimensiones del tronco del olivo. En algunos modelos la presión sobre las mordazas está relacionada con la energía de la vibración para evitar que la pinza se desplace.

El porcentaje de derribo está relacionado con el producto de la frecuencia y la amplitud de la vibración. A medida que aumenta este producto lo hace la aceituna derribada, por lo que se podría conseguir el derribo de toda la aceituna del árbol, pero con riesgo de aumentar los daños sobre el mismo. Con altas frecuencias se puede producir la caída de hojas, mientras que con grandes amplitudes se producen daños en las ramas. El aislamiento del cabezal con la pinza mediante cadenas del vehículo que la transporta y acciona, independiza la masa del vehículo de la del vibrador, lo que reduce los daños en ramas y troncos; además, protege al vehículo de las vibraciones que se generan en el cabezal.



Recepción del fruto derribado



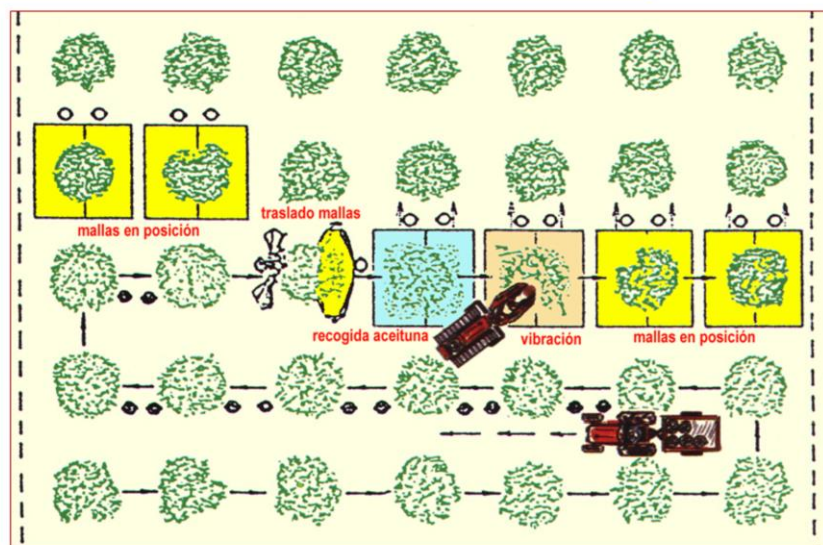
La recogida de la aceituna puede hacerse con un paraguas invertido y plegable que rodea el tronco del olivo, situado debajo del vibrador, o bien sobre mallas que cubren todo el terreno debajo de los olivos.

Como alternativa al interceptor de paraguas se han desarrollado remolques con rodillo capaces de recoger lonas mediante enrollado.

Estas lonas se extienden previamente al derribo de la aceituna con el vibrador, y posteriormente se recogen trasportando la aceituna a la caja del remolque. La difusión de estos sistemas ha sido escasa, ya que su coste es elevado y su productividad baja, comparando con los sistemas más sencillos de tendido de mallas.



Organización del trabajo



La opción más utilizada en las zonas con grandes superficies de olivar es el tendido de mallas, que ocupen todo el suelo sobre la que caerá la aceituna.

El traslado de una posición a otra se realiza por arrastre utilizando pequeños vehículos multiuso. Lo más importante es la organización del trabajo para que el vibrador no tenga que esperar a que se terminen de instalar las mallas en las zonas en las que caerá la aceituna.



Barrido y recogida de la aceituna

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Grúa adaptada al enganche tripuntal del tractor para la recogida del mantón sobre el se agrupa la aceituna



Para la recogida de la aceituna del suelo con eficacia se necesita que el suelo esté liso, lo que obliga a la preparación anual previa del mismo en las plantaciones con suelo labrado; esta preparación se realiza mediante rulado.

La recogida de la aceituna derribada se hace mejor si se encuentran agrupadas o alineadas, y el proceso se efectúa con diferentes tipos de máquinas, como las sopladoras, las aspiradoras neumáticas y las barredoras mecánicas. Agrupando estas operaciones se fabrican barredoras-cargadoras, también denominadas cosechadoras de aceituna previamente derribada al suelo.

Las **barredoras** se encargan de realizar la agrupación de las aceitunas dispersas haciendo montones o acordonarlas para facilitar su recogida; pueden ser mecánicas o neumáticas.



Barredoras-cargadoras



El barrido mecánico se realiza con cepillos que actúan directamente sobre los frutos, o dispositivos con lonas o flecos más o menos rígidos.

Las **barredoras-cargadoras** de la aceituna pueden ser mecánicas y neumáticas. Para la recogida mecánica de la aceituna del suelo se suelen utilizar máquinas autopropulsadas de pequeñas dimensiones, para que puedan pasar por debajo de los olivos, dotadas en el frontal de un rotor de gran diámetro (cercano a un metro) con elementos muy flexibles y rodeado por una carcasa, que gira en sentido contrario al de avance del vehículo. La aceituna recogida del suelo se hace pasar a un sistema de limpieza antes de su descarga en la tolva. La velocidad de avance de las barredoras-cargadoras mecánicas está alrededor de 1 km/h, y conviene que trabaje sobre un suelo previamente preparado antes de que caiga la aceituna para mejorar su eficiencia. En buenas condiciones y con suelo seco se puede recoger la aceituna correspondiente a 25 árboles/hora, dejando en el suelo un porcentaje de aceituna entre el 1 y el 5%

La aceituna recogida mediante las barredoras mecánicas sufre daños importantes, por lo que esta forma de recolección afecta a la calidad del aceite. Trabajan mal con suelos húmedos o embarrados.



Aspiradoras - sopladoras

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



sopladora de mochila



Como alternativa se puede utilizar el soplado para desplazar la aceituna hasta el mantón, lo que se adaptan mejor a trabajar sobre suelos húmedos.

Las **sopladoras de mochila** son las mismas que se utilizan para el barrido de las hojas en los jardines y vías públicas y su capacidad de barrido es pequeña. Como alternativa están las sopladoras accionadas por tractor, que en ciertos casos también pueden utilizarse como aspiradoras. El efecto de barrido está condicionado por la velocidad y el caudal de aire impulsado por la barredora, pero también influye la habilidad del operador y el estado del suelo sobre el que se encuentra la aceituna derribada.

Otra posibilidad es utilizar la recogida por aspiración, con las denominadas **aspiradoras**. La forma esférica de la aceituna hace difícil su recogida por aspiración. En el caso de utilizar una aspiradora para recoger la aceituna derribada se suele amontonar previamente mediante soplado antes de proceder a la aspiración, lo que aumenta la eficacia de las aspiradoras y reduce la cantidad de impurezas que acompañan a la aceituna.

En las aspiradoras, además del circuito con el ventilador que se encarga de aspirar el aire, hay que incorporar un sistema de cribas que retengan las impurezas que acompañan a la aceituna, tanto hojas y pequeñas ramas como tierra.



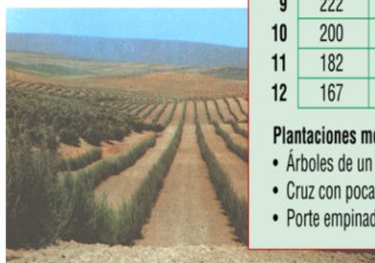
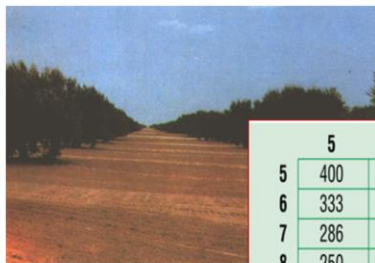
Descarga y limpieza



La aceituna después del derribo suele ir acompañada de hojas y pequeñas ramas que hay que retirar antes de su traslado a la almazara. Esto es más necesario si la recogida se realiza mediante barredoras, ya que puede ir acompañada de tierra. Para la limpieza se utilizan máquinas estacionarias con cribas de diferente tamaño, similares en su funcionamiento a las de otros cultivos agrícolas.



Recolección en plantaciones intensivas



Densidad de plantación [árboles/ha] en función de la distancia entre árboles [m]

	5	6	7	8	9	10	11	12
5	400	333	286	250	222	200	182	167
6	333	278	238	208	185	167	152	139
7	286	238	204	179	159	143	130	119
8	250	208	179	156	139	125	114	104
9	222	185	159	139	123	111	101	93
10	200	167	143	125	111	100	91	83
11	182	152	130	114	101	91	83	76
12	167	139	119	104	93	83	76	69

Plantaciones modernas:

- Árboles de un solo pie (200 - 250 plantas/ha; 50 m³/árbol)
- Cruz con pocas ramas formada a 1 m del suelo (agarre a 0.30 m)
- Porte empinado (evitar ramas péndulas y formas redondeadas)

Dos opciones son las que se siguen en las nuevas plantaciones: la espaldera, para poder realizar la recogida con máquinas “vendimiadoras” adaptadas al mayor desarrollo del olivar, y las plantaciones clásicas con más árboles por hectárea en un solo pie.

En el primero de los casos, se utilizan marcos de plantación de 1.5 x 3.0 m, lo que lleva a 2222 árboles por hectárea, con la variedad “arbequina”. En el olivar intensivo, con árboles de un solo pie y marcos de 6 x 8 m, la densidad de plantación es de 208 olivos por hectárea. Las calles de 8 m entre árboles facilitan la circulación de las máquinas para la recolección con vibradores de troncos y paraguas invertidos montados sobre tractores agrícolas. El número de plantas por hectárea en función del marco de plantación se presenta en el cuadro. En las plantaciones tradicionales de las zonas muy productivas los marcos de plantación de 11 x 11, o mayores, son frecuentes, con dos o tres pies por árbol



Recomendaciones para nuevas plantaciones convencionales

- Árboles de un solo pié
- Espacio en las calles para desplazamiento de los vibradores (6 - 7 m; 200 - 250 plantas/ha; 50 m³ / árbol)
- Cruz con pocas ramas formada a 1 m del suelo (agarre a 0.30 m)
- Porte empinado (evitar ramas péndulas y formas redondeadas)

Recomendaciones para nuevas plantaciones en las que se realice el derribo mediante vibrador de troncos.



Mecanización integral con “vendimiadoras”



Para las plantaciones super-intensivas en espaldera se han venido utilizando máquinas derivadas de las “vendimiadoras” transformadas para adaptarlas a las mayores dimensiones de los olivos.



Cosechadora para olivar intensivo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

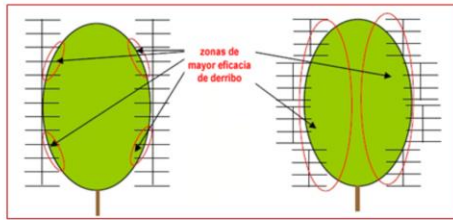


Más recientemente se inicia la comercialización de máquinas adaptadas a los olivares intensivos, inicialmente derivadas de las cosechadoras que se utilizan en el cafetal, y posteriormente diseñadas específicamente para el olivar.

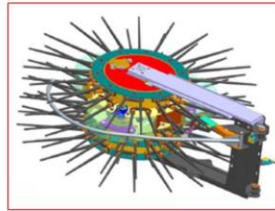
La adaptación de máquinas diseñadas para la recolección de otros cultivos al olivar intensivo resulta difícil como consecuencia de que el olivo no tiene un porte uniforme, y se producen grandes variaciones en la anchura de los árboles. Además, la corteza del olivo es muy sensible, y cualquier herida afecta a su desarrollo; a esto se une la dificultad del derribo de la aceituna en comparación con la que se necesita en otras especies frutícolas.



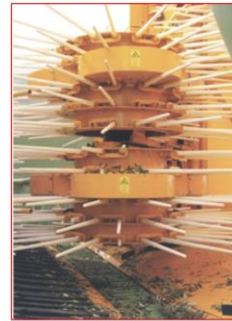
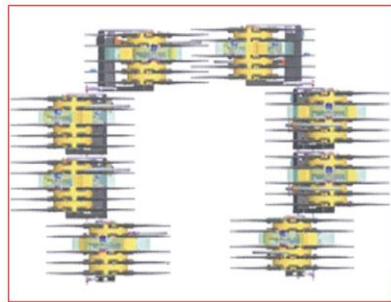
Cabezales vibradores de la cosechadora Gregoire G10



Posición de los cabezales ajustados a la copa



Cabezal unido a su palpador



La cosechadora de aceituna G10 de Gregoire, que ofrece unas características técnicas que le permiten trabajar con eficacia en el olivar intensivo.

Su sistema de recolección los forman 8 cabezales independientes, 4 a cada lado del túnel de recolección, dotados cada uno de ellos de un sistema de posicionamiento automático mediante su palpador que siguen la forma de la vegetación en el árbol. Los palpadores se sitúan entre cada dos hileras de sacudidores, y se pueden ajustar haciendo que el cabezal trabaje en la periferia del árbol o más hacia el interior, siempre adaptándose a las características del árbol y a las zonas de mayor cosecha .

Cada cabezal tiene dos movimientos simultáneos: una rotación lenta del cabezal y un movimiento de vibración. La velocidad de avance de la cosechadora puede ser del orden de 1 km/h, y la máquina la maneja un solo conductor.

Para el autoguiado la cosechadora utiliza un sistema de palpadores mecánicos sobre 4 patines (dos a cada lado de la maquina y en posición delantera y trasera) que sirven de referencia para el guiado automático y continuo de las rueda del eje delantero y trasero (todas directrices y motrices).



Mecanización integral del olivar superintensivo



Modificación de la anchura del canal de recolección



Salida de la vegetación



La transformación de las vendimiadoras para la recolección de la aceituna en plantaciones de olivo de alta densidad se centra en la modificación de la altura y la anchura del canal de recolección en el que se encuentran los brazos sacudidores.

En los modelos específicos para el olivar se utilizan el sistema de doble sacudidor y mayor altura de túnel, que envuelven el árbol antes y después de sacudirlo. En el modelo VX7090 de New Holland se utilizan 2 x 21 sacudidores, que actúan sobre la parte rígida de la espaldera, con la opción de 2 x 4 sacudidores más para la parte alta del árbol. La altura del canal de recolección llega a los 2.80 m y se aumentan las capacidades de las tolvas para almacenar 4000 kg de aceituna. Con esta máquina se puede trabajar sobre la espaldera a una velocidad de unos 2.0 km/h.



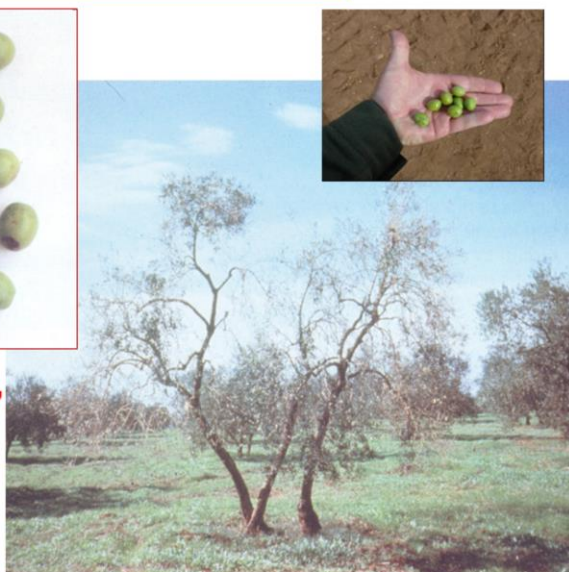
Efecto de los productos químicos que favorecen la caída: daños en la aceituna y en los árboles

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Aceitunas para “verdeo”

Fuente: A. Porras – Manual COI



Aceituna para conservación (“verdeo” estilo sevillano).

Dado que en la recolección mediante ordeño también se producen daños, aunque en menor cuantía, resulta interesante reducirlos procesando la aceituna de manera inmediata a la recolección.

El Dr. Porras en el Manual sobre “Recolección Mecanizada de la Aceituna”, publicado por el COI, señala que la utilización de productos para facilitar la abscisión del fruto deja de tener interés práctico como consecuencia de que su eficacia no se justificaba económicamente, a la vez que aparecían daños químicos en la aceituna recogida y pérdida de hoja en las plantaciones tratadas.

Las siguientes experiencias se dirigieron a aumentar la eficacia de los vibradores, a la vez que se reducía el tiempo de vibración, y buscar la forma de disminuir el daño del fruto, lo que podría conseguirse utilizando superficies amortiguadoras o modificando la estructura de los árboles para reducir la altura de caída y evitar el golpeo con los troncos, aunque esta última alternativa, que se ha realizado con otros frutales, no parece que se haya experimentado suficientemente en el olivar de aceituna para verdeo.



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.5_2.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

Recolección de otros frutos pequeños

Para la recolección de la cosecha en árboles como el almendro o el nogal pueden utilizarse los mismos sistemas que se emplean en el olivo. El derribo por vibración es mucho más sencillo por la forma en la que va unido el fruto al árbol.



Recolección de otros frutos pequeños

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



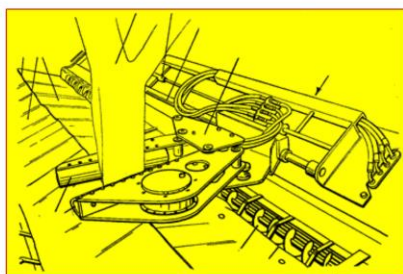
En plantaciones bien sistematizadas, el empleo de vibradores de tronco con paraguas es una opción apropiada; las estructuras que soportan el paraguas pueden incluir cilindros estriados que permiten eliminar la cáscara.

En pequeñas plantaciones se suelen utilizar vibradores manuales de ramas, ya que la vibración lineal es suficiente para producir el derribo.



Plataforma con vibrador de tronco

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



*Pinza vibrante
en el interior*



También se comercializan (sobre demanda) algunas máquinas autopropulsadas con estructura de pórtico, que incluyen lonas transportadoras a cada lado del árbol y un vibrador de troncos que se mantiene unido al árbol mientras la máquina avanza. La aceituna derribada se almacena en un depósito, pasando previamente por un elevador sinfín que actúa, junto con el cilindro que lo rodea, como eliminador de la cáscara. Estas máquinas por su gran anchura no pueden desplazarse por las vías públicas.



Barredora y aspiradoras

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para la recogida del fruto del suelo se utilizan barredoras mecánicas, aunque su eficacia se reduce cuando tiene que trabajar en suelos sin preparar.

Por ello, también se comercializan recogedoras por aspiración manejadas manualmente, con sistemas de aire de gran potencia. Estas se han adecuado para la recogida de los frutos de otras especies forestales con características particulares como son las castañas.



Recolección mecánica del cafeto



La recolección del café se realiza transcurridos unos ocho meses desde la floración, cuando el grano toma una coloración roja o amarilla. La floración se produce dos veces por año, pero en una de las cosechas los rendimientos son la tercera parte de los que se obtiene en la otra. Con material vegetal seleccionado y un manejo del cultivo con tecnología apropiada pueden alcanzarse producciones entre 1000 y 1200 kg en cada recolección.



Vista frontal de la cosechadora

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



*Detalle de la fijación
de los cabezales*



La recolección mecanizada del café se realiza utilizando cabezales, en cierto modo parecidos a los de las vendimiadoras en lo que respecta al sistema de recepción, pero con un sistema de derribo diferente, ya que los frutos se encuentran sobre las ramas.

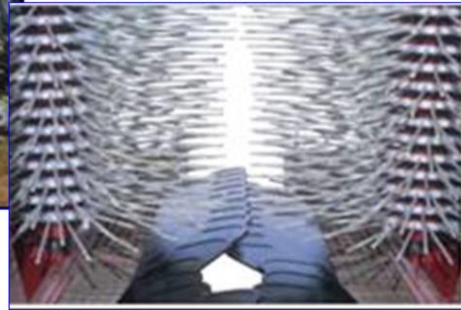
Para el derribo se utilizan dos cilindros agitadores dispuesto paralelamente en sentido vertical. En estos cilindros van montadas un conjunto de varillas de diferente longitud. Así, el sistema de derribo de la cosechadora “Coffe Express” 100/200 de Case IH, utiliza cilindro de 2400 mm de altura, con un total de 816 varillas de las cuales 576 son de 560 mm de longitud y las otras 240 de 520 mm. Estos rodillos agitadores mantienen una pequeña inclinación frontal para facilitar su entrada progresiva en el cafetal.

Se puede modificar su frecuencia de vibración. Con mayor amplitud de la vibración se consigue mayor fuerza en las varillas para derribar el café. Con vibración baja el derribo de los frutos es más selectivo. El contacto de las varillas con los granos es menor, con lo cual solo los frutos más maduros caen. En la posición de vibración alta se produce un derribo poco selectivo.



Cabezal vibrador con interceptor de espina de pescado

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Los rodillos ofrecen dos movimientos: uno de ellos es el vibratorio y el segundo se encarga de la rotación al pasar los cilindros entre las ramas. Este último permite regular la velocidad de paso por las plantas.

En la recogida del café derribado interviene un conjunto de paletas en espina de pescado, situadas por debajo de las varillas que realizan el derribo, los transportadores horizontales y verticales y un transportador transversal.

El café interceptado por las paletas pasa a los transportadores horizontales situados a ambos lados de la máquina y desplazan el café hasta la entrada del transportador vertical, a la vez que realizan la separación de las grandes impurezas que lo acompañan. Seguidamente los transportadores elevan el material hasta el transportador transversal que permite la descarga sobre un remolque. Para la limpieza se utilizan varios ventiladores accionados por motores hidráulicos.



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.5.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

**Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo**