

RENDIMIENTOS Y COSTES DE MECANIZACIÓN DE LA RECOLECCIÓN DE LA ACEITUNA



COMUNIDAD EUROPEA



**RENDIMIENTOS Y COSTES
DE MECANIZACIÓN DE LA
RECOLECCIÓN DE LA ACEITUNA**

Título: RENDIMIENTOS Y COSTES DE MECANIZACIÓN DE LA RECOLECCIÓN DE LA ACEITUNA

© **Edita:** JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca.
DIRECCIÓN GENERAL DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA
Servicio de Producción y Ayudas Agrícolas.

Publica: DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN AGRARIA
Servicios de Publicaciones y Divulgación.

Colección: INFORMACIONES TÉCNICAS Nº 70/99

Dirección y Coordinación: Norberto Fernández Mancilla y Rafael Cabrera García

Autores: Juan Barasona Mata, M^a Luisa Barasona Villarejo, Rafael Rodríguez Moreno y Juan Cano Rodríguez

Colaboradores: Antonio Roldán Lozano y David Pérez López

Fotografías e ilustraciones: Autores.

Depósito Legal: SE. 3.063 - 99

ISBN: 84-89802-79-3

Fotocomposición e impresión: J. de Haro Artes Gráficas, S.L. - Parque Ind. P.I.S.A. • SEVILLA

RENDIMIENTOS Y COSTES DE MECANIZACIÓN DE LA RECOLECCIÓN DE LA ACEITUNA

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN:

Norberto Fernández Mancilla ()*
Rafael Cabrera García ()*

AUTORES:

*Juan Barasoma Mata (**)*
*M^a Luisa Barasona Villarejo (**)*
*Rafael Rodríguez Moreno (**)*
*Juán Cano Rodríguez (**)*

COLABORADORES:

Antonio Roldán Lozano
*David Pérez López (**)*

(*): JUNTA DE ANDALUCÍA. C.A.P. DIRECCIÓN GENERAL DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA.
Servicio de Producción y Ayudas Agrícolas.

(**): UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. E.T.S.I.A.M. Dpto. Ingeniería Rural.

(***): Becaria OTRI.

PRÓLOGO

La Dirección General de la Producción Agraria por medio del Servicio de Producción y Ayudas Agrícolas tiene encomendadas, entre sus funciones, el uso y regulación de los medios de producción agrícola, y por tanto conocer los medios mecánicos utilizados en las operaciones que comprende la recolección de las aceitunas. Es por ello, que ante la necesidad de reducir tiempo y costes en este proceso de recolección, vienen presentándose en el mercado multitud de máquinas que operan fundamentalmente en el derribo de las aceitunas, recogida del suelo y preparación de éste, para el mejor empleo de la maquinaria. Ante esta diversidad de elementos mecánicos, se han venido cambiando los sistemas de recolección, y que desde esta Dirección General se cree conveniente conocer y divulgar entre el sector olivarero. Para ello se realizó un Convenio de Cooperación entre la Consejería de Agricultura y Pesca y la Universidad de Córdoba, para realizar un estudio que recoja todo lo referente a los rendimientos y costes de mecanización de la recolección de la aceituna y que ha sido desarrollado por el Equipo de Trabajo del Área de Conocimiento de Ingeniería Agroforestal (ETSIAM) del Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Córdoba.

Luis Gázquez Soria
Director General de la Producción Agraria

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	11
1.1.- Sistemas tradicionales	12
1.1.1.- Sistema de recogida del suelo	12
1.1.2.- Sistema de recolección a ordeño	12
1.1.3.- Sistema de vareo	12
1.2.- Mecanización de la recolección	13
1.2.1.- Preparación de suelos	13
1.2.2.- Recogida del fruto del suelo	15
1.2.3.- Derribo de los frutos	15
1.2.4.- Recepción del fruto derribado	16
1.2.5.- Derribo de la aceituna sobre el suelo	16
1.2.6.- Limpieza	16
1.3.- Descripción de los materiales utilizados en la recolección	16
1.3.1.- Recolección manual	16
1.3.2.- Recolección mecanizada	17
1.4.- Necesidad del estudio de costes del uso de la maquinaria	20
2.- ALTERNATIVAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA ACEITUNA	21
2.1.- Recolección de aceituna de mesa	21
2.2.- Recolección de aceituna para almazara	22
3.- ADQUISICIÓN DE DATOS	24
3.1.- Introducción	24
3.2.- Costes de mano de obra y maquinaria en pts/h	24
4.- RESULTADOS	25
4.1.- Recolección de aceituna de mesa	25
4.1.1.- <i>Olivar tradicional</i>	25
4.1.2.- <i>Olivar intensivo</i>	26
4.2.- Recolección de aceituna de almazara	27
4.2.1.- <i>Olivar tradicional</i>	27
4.2.2.- <i>Olivar intensivo</i>	31

5.- DISCUSIÓN	35
5.1.- Recolección de aceituna de mesa	35
5.1.1.- <i>Olivar tradicional</i>	35
5.1.2.- <i>Olivar intensivo</i>	36
5.2.- Recolección de aceituna de almazara	36
5.2.1.- <i>Olivar tradicional</i>	36
5.2.2.- <i>Olivar intensivo</i>	37
6.- CONCLUSIONES	38

1.-INTRODUCCIÓN

La recolección de la aceituna, tanto para aceite como para mesa, es la operación que mayor importancia tiene en el cultivo del olivar tanto por su trascendencia en el coste económico como por su influencia en la calidad del producto obtenido. En el caso de variedades con dedicación para aceite, esta se incluye en lo que se denominan factores agronómicos extrínsecos, y por tanto pueden ser controlados con relativa facilidad por el agricultor al igual que las prácticas culturales.

Para determinar el período óptimo de recolección se han de tener en cuenta los siguientes factores:

- a) **Resistencia a la tracción del pedúnculo de la aceituna:** Que varía enormemente a lo largo del período de maduración. En frutos verdes alcanza valores entre 8-10 N, disminuyendo de forma acusada durante la maduración para, a partir de ahí, disminuir muy lentamente. Se observa que si en el momento de reactivarse la vegetación, el fruto aún permanece en el árbol se experimenta un ligero aumento de la resistencia al desprendimiento.
- b) **Contenido en aceite del fruto:** Que aumenta a medida que avanza la maduración, alcanzando el máximo cuando desaparecen los frutos verdes del árbol. A partir de ese momento, la cantidad de aceite permanecerá prácticamente constante, aclarando que esto hace referencia al aceite total contenido en el fruto, y no al porcentaje sobre el peso del fruto.
- c) **Evolución de la calidad del aceite en el fruto:** Las características organolépticas del aceite empeoran a medida que se retrasa la recolección del fruto de forma que los aceites más afruitados y aromáticos se obtienen al comienzo de la maduración.
- d) **Fechas de recolección de la cosecha anterior:** Como queda demostrado en algunos trabajos, cuando el fruto permanece mucho tiempo en el árbol, se produce una inhibición en la diferenciación floral de las yemas, lo que se traduce en pérdidas de cosecha al año siguiente.

En consecuencia se puede concluir afirmando, que la recolección debe empezar cuando desaparecen los frutos verdes del árbol, que es cuando prácticamente se alcanza el contenido máximo de aceite, puntualizando que si lo que se quieren son aceites afrutados, se puede adelantar la cosecha unos días, obteniendo mejor calidad en detrimento de una pequeña cantidad de aceite y terminar cuando ha caído un porcentaje

1.1.- Sistemas tradicionales

Existen distintos sistemas manuales de recolección influenciados por diversas circunstancias destacando entre ellas la demografía, características de las variedades cultivadas, situación socioeconómica, tamaño de los árboles, calidad de los aceites de la zona, etc.

1.1.1.- Sistema de recogida del suelo

Consiste en esperar a que los frutos de manera natural caigan, a medida que van madurando para después recogerlos del suelo, en una o varias pasadas siendo muy bajo el rendimiento de la mano de obra. En cuanto a la calidad del aceite, este método no es recomendable. Sólo se justifica su empleo en árboles de gran tamaño u otra circunstancia que imposibilite el uso de cualquiera de los otros sistemas.

1.1.2.- Sistema de recolección a ordeño

Es el sistema que se utiliza en la recolección de aceituna de mesa, y también es usado en la recolección para aceite en algunas comarcas. El operario, desde el suelo o desde escaleras; toma el fruto y lo deposita en un recipiente apropiado que lleva colgado sobre el pecho. Cuando se trata de aceituna para aceite, el ordeño es menos esmerado, deslizando el operario la mano entreabierto por los ramos cargados de fruto, dejando caer este sobre lienzos o redes de material plástico colocados previamente bajo los árboles.

1.1.3.- Sistema de vareo

Es el método más extendido para el derribo de la aceituna para almazara, para lo cual el operario, provisto de una vara de tres o cuatro metros, golpea los ramos del árbol, procurando que el golpe incida lateralmente a los ramos fructíferos, con el fin de no causar daños en ellos. Los frutos derribados se recogen sobre lienzos o mallas colocadas extendidas debajo de los árboles.

Después del derribo del fruto y recogido este en lienzos o mallas, es necesario proceder a su limpieza y traslado.



Derribo con vara y vibrador de rama

1.2.- Mecanización de la recolección

Quando se quiere mecanizar una operación, antes de introducir una máquina en el campo hay que calcular su coste horario, que depende del periodo de recolección, ya que un periodo largo permite un mayor empleo de las máquinas lo que disminuye su coste horario al repartir los costes fijos entre más horas de utilización .

A pesar de los numerosos intentos de mecanizar la recogida de la aceituna, hasta el momento no ha sido posible el logro de una cosechadora integral. Por ello es necesario dividir la recolección en partes abordables. La recolección de aceituna para almazara puede separarse en las siguientes operaciones:

1.2.1.- Preparación de suelos

En las distintas zonas oliveras, las labores que se dan son muy variadas, según sean las características de los suelos, la profundidad de estos, la producción, la topografía, las costumbres de la comarca, etc.

El laboreo tradicional, es con diferencia el sistema más empleado de mantenimiento del suelo. En general se hacen en invierno y primavera labores cruzadas con



Rulo preparando suelo



Suelo preparado para la recolección

cultivador seguidas de labores cruzadas de vibrocultivador; a finales de verano se da un pase de rulo para compactar el suelo y facilitar la recogida de aceituna y, por último en octubre se hace una aplicación de herbicida en los ruedos de los olivos.

1.2.2.- Recogida del fruto del suelo

La recogida del fruto del suelo, conlleva la utilización de una cantidad considerable de mano de obra con la consiguiente repercusión en el coste total de la recolección.

La solución de colocar redes bajo los árboles antes de la caída, tiene el inconveniente del elevado coste de cubrir el ruedo de cada árbol. La preparación de suelos en septiembre utilizando rulos o la barra de Jaén ha reducido los tiempos de esta operación.

1.2.3.- Derribo de los frutos

Es la operación que más mano de obra requiere. Aún en el caso del vareo, las necesidades suponen un 40% del total. Es también la operación a la que más atención se ha prestado para mecanizarla, existiendo numerosos útiles y máquinas que así lo demuestran (útiles manuales de ordeño, máquinas neumáticas, productos favorecedores de la abscisión de frutos, máquinas vibradoras, etc).

Las únicas máquinas que resuelven satisfactoriamente el derribo de la aceituna son las máquinas vibradoras. Se han ensayado diferentes tipos y modelos de vibradores, llegándose a la conclusión de que son los potentes vibradores multidireccionales los más eficaces. Con ellos, en diferentes experiencias de recolección de aceituna, se han conseguido eficacias de derribo superiores al 95% en parcelas de árboles homogéneos y con condiciones adecuadas para la vibración. No obstante, cuando se ha trabajado con ellos en condiciones normales de recolección en diversas fincas y actuando sobre varios miles de plantas, las eficacias que se han conseguido están alrededor del 90%. El número de pies vibrados por hora de trabajo es del orden de 50-60.

La calidad de la operación es bastante buena, porque el desprendimiento de ramos del año portadores de la cosecha del año siguiente es pequeño, y por supuesto mucho menor que el provocado por el vareo.

Se practica un vareo complementario llamado de agotamiento cuando la eficacia del derribo no es del 100%, pero en general esta operación se ve favorecida porque el fruto que queda en el árbol tras la vibración esta agrupada en zonas localizadas de la copa donde el vibrado ha llegado con menor eficacia.

El tamaño de los árboles influye considerablemente en la eficacia de la vibración. Con árboles pequeños o medianos se obtienen derribos muy próximos al 100% de los frutos. A medida que aumenta el tamaño esta eficacia disminuye.

La manejabilidad de la máquina es mayor cuando se trata de árboles de un solo pie, porque resultan más fáciles las maniobras de aproximación y agarre en los troncos, pero si el número de pies no es elevado el rendimiento horario de la máquina en troncos vibrados es prácticamente igual en ambos casos.

1.2.4.- Recepción del fruto derribado

El fruto se recoge en redes de material plástico que se han colocado previamente bajo los árboles. En el mercado hay máquinas vibratoras provistas de receptáculos apropiados para recoger el fruto derribado, pero tienen el inconveniente de que no se pueden emplear en árboles con más de un pie.

1.2.5.- Derribo de la aceituna sobre el suelo

Hay veces en que por causas diversas, como pueden ser la forma de recolección, destino de la aceituna, condiciones climatológicas, etc. resulta conveniente derribar toda la aceituna sobre el suelo para desde ahí realizar su recogida de la mejor manera y más económica posible, empleando máquinas barredoras y recogedoras o bien barredoras-recogedoras.

1.2.6.- Limpieza

Es interesante una vez recogida la aceituna del suelo en mallas o directamente del suelo, centralizar la limpia en la finca o en la almazara. Si la aceituna procede de mallas o de máquinas vibratoras provistas de receptáculos solo hay que proceder a su limpieza mediante aventado. Si es recogida del suelo hay que someterla además a un proceso de lavado.

1.3.- Descripción de los materiales utilizados en la recolección

1.3.1.- Recolección manual

- **Varas:** Su longitud puede variar bastante; oscila entre dos y cuatro metros según costumbres de las zonas, altura de olivos, etc. Son de madera y se utilizan para hacer caer la aceituna golpeando las ramas del árbol.
- **Cepillos:** Se utiliza normalmente en la recolección manual para amontonar el fruto del suelo y de esta forma poder ser recogido en espuestas o cajas. Está constituido por una barra normalmente de madera, aproximadamente de 1,30 m de longitud, en la que en uno de sus extremos se acopla el cepillo propiamente dicho, o un elemento de material plástico perforado de forma triangular acabado en unos dedos flexibles.
- **Lienzos o mallas:** Son las que se extienden sobre la zona de goteo del olivo; suelen ser muy ligeras para que su manejo no resulte demasiado trabajoso. La

superficie cubierta por las mallas tiene que ser mayor que la zona de goteo, pues su finalidad es evitar que el fruto caiga fuera al ser derribado, lo que llevaría consigo una pérdida del mismo por abandono sobre el terreno, o un encarecimiento de la recolección en el caso de que no se deje perder y se recoja.

- **Caja (o espuerta):** Es un envase con forma de paralelepípedo, normalmente de material plástico resistente y lavable. Sus dimensiones son variadas siendo las más normales de 50x30x35 cm. lo que supone teniendo en cuenta la densidad de la aceituna, que una vez llena la caja puede contener de 35 a 40 Kg de fruto.

1.3.2.- Recolección mecanizada

- **Sopladoras:** Suponen una evolución tecnológica en el campo de la recogida de la aceituna. Consisten en un atomizador manual modificado que empuja la aceituna hacia la zona de concentración o forman una hilera a lo largo de las calles de plantación. En realidad se trata de una máquina barredora-hileradora de tipo manual.

Es un paso delante en la humanización del trabajo en el olivar, ya que termina definitivamente con la situación de personas arrodilladas en el suelo soportando la humedad y el agua, haciendo más cómoda y eficaz su labor. Por su peso reducido y facilidad de manejo puede ser utilizada por hombres y mujeres indistintamente.



Cabezal de vibrador de tronco

- **Vibrador acoplado al tractor:** Los vibradores de troncos y ramas de tipo multidireccional son considerados por los empresarios agrícolas como las máquinas que mecanizan de forma satisfactoria el derribo de frutos. Se consiguen eficacias de más del 90% en árboles homogéneos y que han tenido una poda idónea para la transmisión de la vibración. No se consigue una eficacia del 100% por la resistencia al desprendimiento del fruto, tamaño y estructura de los árboles.

Suele consistir en dos masas excéntricas soportadas por dos poleas que giran alrededor de un eje común en sentido contrario, con velocidades angulares diferentes aunque próximas y con diferente radio de inercia creándose fuerzas centrífugas cuya resultante variable en módulo, dirección y sentido genera una vibración en el tronco del árbol.

La cabeza vibradora que se acopla al tractor consta de una caja o carcasa en la que están las masas y un sistema de accionamiento, generalmente mediante correas, y unas mordazas con mecanismos de apertura y cierre para acoplarlo al tronco del árbol. El accionamiento del sistema se hace mediante uno o dos motores hidráulicos ya que la cabeza vibradora está independizada del elemento portante para no transmitir la vibración generada. Esta independencia se consigue suspendiendo la cabeza mediante correas o cadenas de una estructura montada en el tractor en este caso, o en vehículo portante si se trata de un vibrador autopropulsado como se expone a continuación.



Derribo de aceituna con vibrador acoplado a tractor

- **Vibrador autopropulsado:** En este caso el vibrador va montado sobre un carro que es una unidad modular con chasis articulado en el centro lo que le proporciona una gran maniobrabilidad. Dispone de transmisión hidrostática y las cuatro ruedas son motrices. Son máquinas que debido a sus prestaciones pueden trabajar en terrenos con pendientes muy elevadas sin peligro de vuelco.

Tienen como inconveniente su elevado precio, por lo que pueden tener en los contratistas de maquinaria a sus grandes clientes pues en los últimos años se esta produciendo una proliferación de "maquileros" que contratan la recolección de la aceituna con un procedimiento parecido al tan ya familiar de las cosechadoras de grano.

- **Vibrador de ramas:** En definitiva, es una vara que en un extremo tiene un gancho que le permite transmitir la vibración a la rama del olivo, y en el otro extremo tiene un motor que genera la vibración por un movimiento alternativo.
- **Máquinas barredoras-hileradoras:** Aunque es muy difícil verlas trabajar en el campo, las que se ven en el mercado son autopropulsadas de un eje horizontal similar a los rastrillos hileradores de cadenas.
- **Máquinas recogedoras-cargadoras:** Son máquinas autopropulsadas, con tracción a dos o cuatro ruedas. Disponen de sistema de avance hidrostático lo



Barredora-recogedora autopropulsada

que les confiere gran manejabilidad. El bastidor es articulado en muchas de ellas. Su ancho oscila en torno a los dos metros, lo que les proporciona gran estabilidad y un buen agarre al terreno.

Todas recogen la aceituna del suelo por la actuación de un cepillo que gira en sentido contrario al avance. Este cepillo va almacenando la aceituna en una caja, que por la actuación de dispositivos hidráulicos se puede elevar y girar para descargar su contenido.

- **Mantillas:** Son cuadradas con dos metros de largo por unos dos de ancho; el material del que están hechas es de una rafia resistente. En sus cuatro extremos tienen cosidas unas anillas que sirven para engancharlas con la pluma que las levanta desde el suelo y las vacía en el remolque.

Son elementos muy útiles que suponen una muy pequeña inversión pero posibilitan el que la recogedora-cargadora descargue en ellas cada vez que tenga la caja llena. Esta forma de plantear la descarga facilita la operación del llenado del remolque.

1.4.- Necesidad del estudio de costes del uso de la maquinaria

La agricultura no ha sido ajena a los cambios sufridos a lo largo del siglo XX por la humanidad. Acontecimientos históricos como las guerras provocaron una política agraria de autoabastecimiento para lo cual los países crearon grandes incentivos a la producción.

El final de siglo ha deparado un panorama radicalmente distinto y las explotaciones agrarias tienen que adaptarse a las nuevas circunstancias, que implican producir calidad a precios razonables. El problema fundamental radica en la competencia de los bajos costes de producción de los países del tercer mundo o en vías de desarrollo, que en los países desarrollados se tendrá que combatir con tecnología aplicada y calculando muy bien los costes de los inputs que tenga la explotación: maquinaria, mano de obra, materias primas, etc.

En España existe un índice de mecanización excesivo (del orden de los 4 C.V./ha) lo que supone una carga económica muy fuerte en muchas explotaciones. Para combatir esto hay que aplicar criterios económicos que determinen la necesidad de maquinaria en las explotaciones en función de su tamaño y capacidad de producir

El sistema de cálculo de costes utilizado en este trabajo es el de ASAE. Está encuadrado en los sistemas de cálculo de costes tradicionales y que agrupan a estos en dos grandes grupos: fijos (o de posesión) y variables (o de utilización):

- **Costes fijos:** Amortización, interés de la inversión (coste de oportunidad), alojamiento y seguros.

- **Costes variables:** Combustible, lubricantes, mano de obra, reparación y mantenimiento.

Cuando las máquinas se utilizan poco, los costes fijos tienen un peso muy elevado y por ello, en general, interesa conseguir un número mínimo de horas anuales de uso para reducir el coste horario.

Una alternativa que hoy se presenta como bastante viable es el uso en común de la maquinaria agrícola, que produce efectos de racionalización económico-laboral, muy conveniente debido a que el tamaño medio de las explotaciones ha aumentado mucho más lentamente que el proceso técnico-mecánico. Los grandes equipos de maquinaria encuentran en muy pocos casos su rentabilidad en explotaciones individuales. Su aprovechamiento sólo puede realizarse, en la mayoría de las ocasiones, a nivel multiempresarial con lo que se puede ahorrar en mano de obra y aumentar los ingresos de la empresa o propietario. Por lo que la agricultura moderna ha de contemplar el uso en común de maquinaria como elemento que posibilite la mecanización de las diversas tareas que se realizan en el campo.

2.- ALTERNATIVAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA ACEITUNA

Se expondrán a continuación todas las alternativas que se pueden encontrar hoy en día en la recolección, aunque, distinguiendo entre las aplicadas al olivar para aceituna de mesa o para almazara, y a su vez dentro de estas dos clasificaciones también se verá cuando el olivar es tradicional o bien es intensivo.

2.1.- Recolección de aceituna de mesa

Cuando el destino de la aceituna es el aderezo, la forma de recoger la aceituna tiene gran repercusión en su valor, pues el fruto no puede presentar ningún tipo de daño externo.

- **Olivar tradicional:** El olivar tradicional se puede encontrar bajo diversos marcos, pero en definitiva se habla de densidades en torno a 100 arb/ha o incluso menos, lo que hace que el tamaño de los olivos sea mayor y que los operarios necesiten utilizar escaleras en la recolección manual. Y en lo referente a la formación del árbol, suelen ser olivos de varios troncos (3 ó más).

En el olivar tradicional la recolección puede ser:

- **Manual**, habiéndose entonces de recolección clásica (Ordeño).
- O bien **mecanizada**, utilizando un vibrador y derribando sobre mallas, en cuyo caso las alternativas son dos, según utilicemos:
 - Vibrador de Ramas
 - Vibrador de Masas de Inercia

- **Olivar intensivo:** En este caso, las densidades de plantación están por encima de los 200 arb/ha, dando lugar a olivos más pequeños, lo que facilita la recolección manual, pues son más accesibles. También suelen estar formados a un solo pie, lo que facilita la utilización de vibradores.

En cuanto a las alternativas de la recolección, se repiten las anteriores, si bien se ha de añadir una nueva modalidad dentro de la recolección mecanizada que es el derribo con vibrador provisto de receptor (paraguas).

2.2.- Recolección de aceituna para almazara

En este tipo de recolección, en principio la única diferencia que se presenta, es que no es necesario ser tan respetuoso con el fruto a la hora de su apariencia externa, por lo que aparecen varias alternativas más.

- **Olivar tradicional:** En este caso se repite lo dicho para la aceituna de mesa, pero a su vez se añaden varias alternativas más, que son las derivadas de derribar el fruto directamente sobre el suelo. Así, las modalidades observadas son:

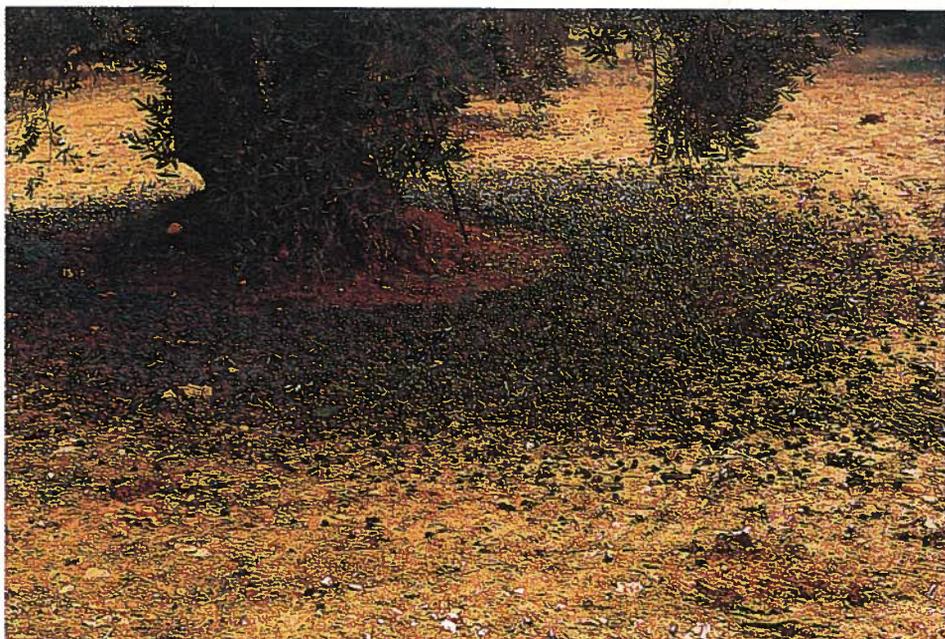
- Recolección Manual, por el método de vareo.
- Recolección Mecanizada, derribando por medio de un vibrador, bien sea de inercia o manual, observándose dos posibilidades:
- Derribo del fruto sobre mallas
- Derribo del fruto directamente sobre el suelo. Pudiendo en este caso distinguir varios casos más según la forma de recoger el fruto del suelo:

- 1.- Barrido y carga manuales
- 2.- Barrido con sopladoras y carga manual
- 3.- Agrupado con sopladoras y barrido y carga con barredoras-recogedoras. (Foto 7)
- 4.- Hilerado con barredoras y carga con barredoras-recogedoras (Foto 8).
- 5.- Recogida y carga con barredoras-recogedoras.

- **Olivar intensivo:** En cuanto a las alternativas a la recolección, se repiten las anteriores, si bien se han de añadir una nueva modalidad dentro de la recolección mecanizada, que es, el derribo con vibrador provisto de receptor (paraguas).



Aceituna agrupada con cepillo y/o sopladora para su recolección con recogedora



Aceituna separada del tronco dispuesta para su recolección con barredora-recogedora

3.- ADQUISICIÓN DE DATOS

3.1.- Introducción

Los tiempos de utilización de la mano de obra y de la maquinaria en las distintas operaciones que hay que realizar en la recolección de la aceituna se han obtenido encuestando a propietarios de explotaciones y cronometrando durante la recolección, utilizando las unidades minuto de trabajo hombre por Kg (MTH/Kg) y minuto de trabajo máquina por Kg (MT-Maq/Kg) para 200 y 300 h de trabajo anual.

Para la elaboración de las tablas de tiempos se han considerado la producción del árbol y el sistema de recolección que emplea el agricultor, y no el tamaño de la explotación que, por supuesto, condiciona el sistema de recolección, pero que habría complicado el estudio.

La zona de trabajo ha sido la comarca de Cabra-Lucena, que tiene una superficie de olivar de unas 30.000 has, fundamentalmente de la variedad Hojiblanca, que tiene doble uso, verdeo y almazara. Tiene un porcentaje alto de olivar tradicional, pero también plantaciones intensivas de unos 10 años en las que se aplican o se pueden aplicar todos los sistemas de mecanización considerados.

Los sistemas de mecanización con derribo sobre el suelo y recogida mecánica, por la estructura de la propiedad no se han considerado en la Comarca considerada. El estudio de estos métodos se he hecho en la zona de Luque-Alcaudete en el límite de las provincias de Córdoba y Jaén, en la que es predominante la variedad Picual.

3.2.- Costes de mano de obra y maquinaria en pts/h

Los costes de la mano de obra son los que se pagaron en la campaña 98-99 en la zona de Cabra-Lucena. Los costes horarios de las máquinas son los obtenidos por el método de ASAE.

Elementos	h/año				
	200	300	400	500	600
Mano de obra	785	785	785	785	785
V. inerc. masas excéntricas	6193	6039	5919	5819	5737
V. inerc. masas exc. paraguas inv.	6694	6506	6359	6238	6137
Vibrador de ramas	1224	1171	1136	1112	1094
Sopladora Stihl BR 400	1041	1020	1007	998	991
Barredora-recogedora MORESIL	6941	5825	5141	4670	4324

4.- RESULTADOS

4.1.- Recolección de aceituna de mesa

4.1.1.- Olivar tradicional

• Recolección clásica (ordeño)

	20	40	60	80	100
MTH/Kg	2,9	2,49	2,35	2,28	2,24
pts/Kg	37,9	32,6	30,7	29,8	29,3

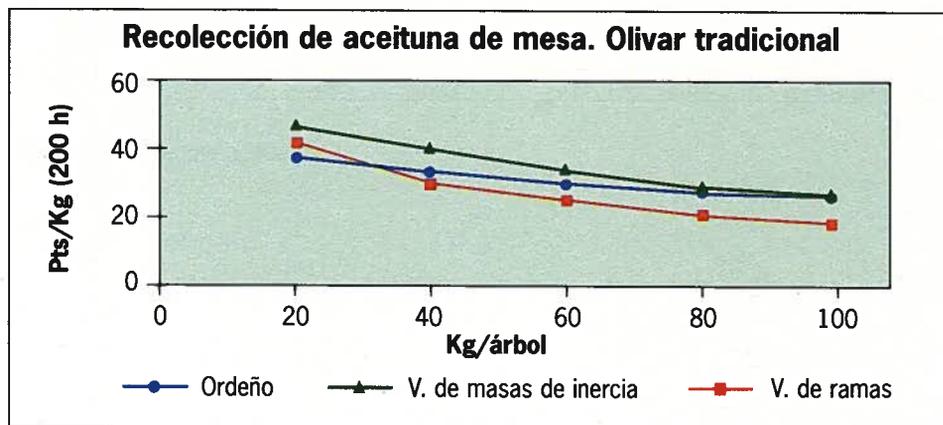
• Derribo con vibrador

a) Vibrador de ramas

	20	40	60	80	100
MTH/Kg	2,56	1,84	1,6	1,47	1,4
MTVr/Kg	0,45	0,30	0,24	0,22	0,20
pts/Kg(200)	42,7	30,2	25,8	23,7	22,4
pts/Kg(300)	42,3	29,9	25,6	23,5	22,2

b) Vibrador de masas de inercia

	20	40	60	80	100
MTH/Kg	2,14	1,72	1,58	1,51	1,46
MTVr/Kg	0,21	0,16	0,13	0,11	0,10
pts/Kg(200)	49,7	39,0	34,1	31,1	29,4
pts/Kg(300)	49,7	38,6	33,8	30,8	29,2



4.1.2.- *Olivar intensivo*

• **Recolección clásica (ordeño)**

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	2,89	2,49	2,35	2,28	2,24	2,21
pts/Kg	37,8	32,6	30,7	29,8	29,3	28,9

• **Derribo con vibrador**

a) **Vibrador de ramas**

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	4,01	2,56	2,08	1,84	1,69	1,6
MTVr/Kg	0,77	0,45	0,35	0,29	0,26	0,24
pts/Kg (200)	68,2	42,7	34,4	30,0	27,4	25,8
pts/Kg (300)	67,5	42,3	34,0	29,7	27,2	25,6

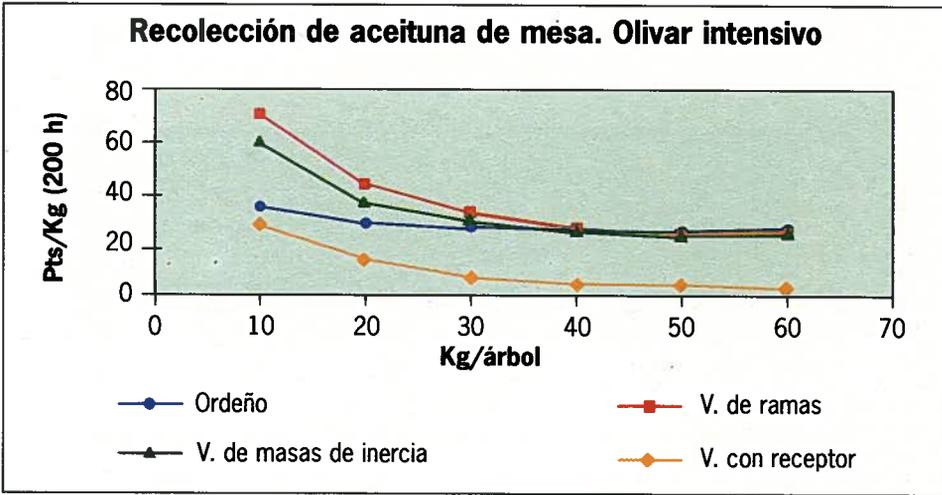
b) **Vibrador de masas de inercia**

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	2,99	2,14	1,86	1,72	1,63	1,58
MTVi/Kg	0,20	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
pts/Kg (200)	59,8	38,3	31,6	27,7	25,5	23,8
pts/Kg (300)	59,2	38,1	31,4	27,5	25,4	23,7

c) **Vibrador provisto de receptor (paraguas)**

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	1,17	0,73	0,58	0,5	0,46	0,43
MTP/Kg	0,14	0,08	0,05	0,04	0,04	0,03
pts/Kg (200)	30,9	18,5	13,2	11,0	10,5	9,0
pts/Kg (300)	30,5	18,2	13,0	10,9	10,4	8,9

(Ver gráfico en página siguiente)



4.2.- Recolectión de aceituna de almazara

4.2.1.- Olivar tradicional

• Recolectión clásica (vareo)

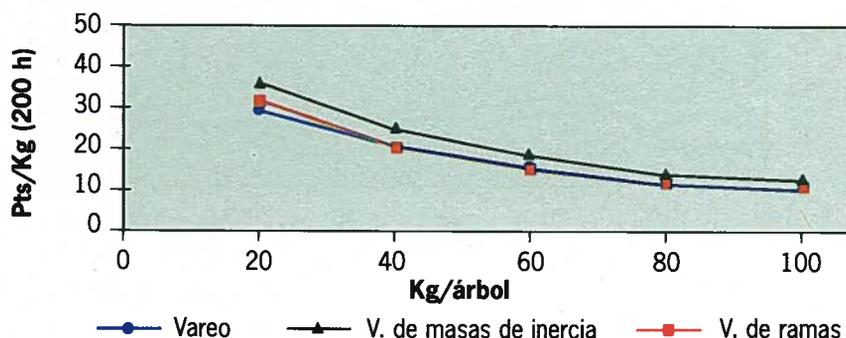
	20	40	60	80	100
MTH/Kg	2,36	1,85	1,62	1,44	1,28
pts/Kg	30,9	24,2	21,2	18,8	16,7

• Derribo con vibrador sobre mallas

a) Vibrador de ramas:

	20	40	60	80	100
MTH/Kg	1,88	1,33	1,14	1,04	0,98
MTVi/Kg	0,45	0,30	0,24	0,22	0,20
pts/Kg(200)	33,8	23,5	19,8	18,1	16,9
pts/Kg(300)	33,4	23,3	19,6	17,9	16,7

**Recolección de aceituna de almazara. Olivar tradicional.
Derribo sobre mallas**



b) Vibrador de masas de inercia

	20	40	60	80	100
MTH/Kg	1,58	1,13	0,96	0,88	0,84
MTVi/Kg	0,21	0,16	0,13	0,11	0,10
pts/Kg(200)	42,3	31,3	26,0	22,9	21,3
pts/Kg(300)	41,8	30,9	25,6	22,6	21,1

• Derribo con vibrador sobre suelo

a) Vibrador de ramas: Existen diferentes alternativas

- * Barrido y carga manuales: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.
- * Barrido con sopladoras y carga manual: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.
- * Agrupado con sopladoras y barrido y carga con barredoras-recogedoras

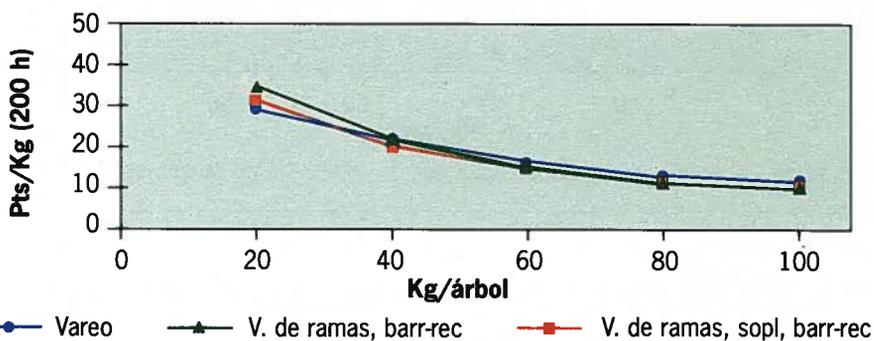
	20	40	60	80	100
MTH/Kg	0,87	0,61	0,53	0,49	0,47
MTVr/Kg	0,45	0,30	0,24	0,22	0,20
MTB/Kg	0,09	0,04	0,03	0,03	0,02
MTS/Kg	0,18	0,10	0,08	0,07	0,06
pts/Kg(200)	34,1	20,5	16,7	15,6	13,6
pts/Kg(300)	32,0	19,4	15,9	14,8	13,0

* Hilerado con barredoras y carga con barredoras-recogedoras: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.

* Recogida y carga con barredoras-recogedoras

	20	40	60	80	100
MTH/Kg	0,87	0,61	0,53	0,49	0,47
MTVr/Kg	0,45	0,30	0,24	0,22	0,20
MTB/Kg	0,16	0,08	0,05	0,04	0,03
pts/Kg(200)	39,1	23,4	17,6	15,5	13,7
pts/Kg(300)	35,7	21,6	16,5	14,6	13,0

**Recolección de aceituna de almazara. Olivar tradicional.
Derribo con vibrador de ramas sobre el suelo**



b) Vibrador de masas de inercia

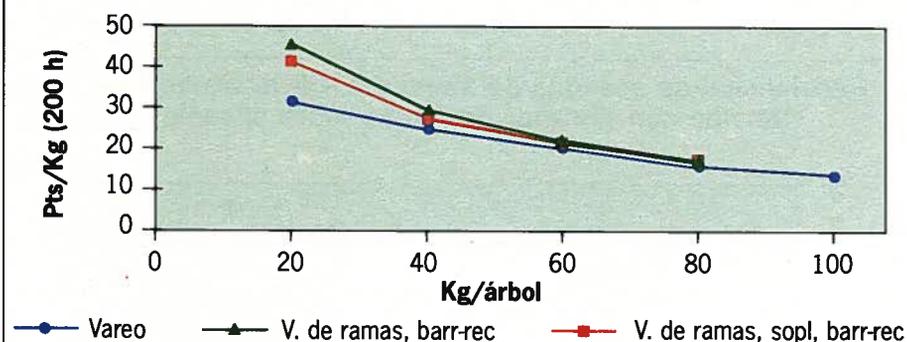
* Barrido y carga manuales: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.

* Barrido con sopladoras y carga manual: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.

* Agrupado con sopladoras y barrido y carga con barredoras-recogedoras

	20	40	60	80	100
MTH/Kg	0,44	0,36	0,34	0,32	
MTVi/Kg	0,21	0,16	0,13	0,11	
MTB/Kg	0,09	0,04	0,03	0,03	
MTS/Kg	0,18	0,10	0,08	0,07	
pts/Kg(200)	41,0	27,6	22,7	20,2	
pts/Kg(300)	38,7	26,4	21,8	19,4	

Recolección de aceituna de almazara. Olivar tradicional. Derribo con vibrador de masas de inercia sobre el suelo



* Hilerado con barredoras y carga con barredoras-recogedoras: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.

* Recogida y carga con barredoras-recogedoras:

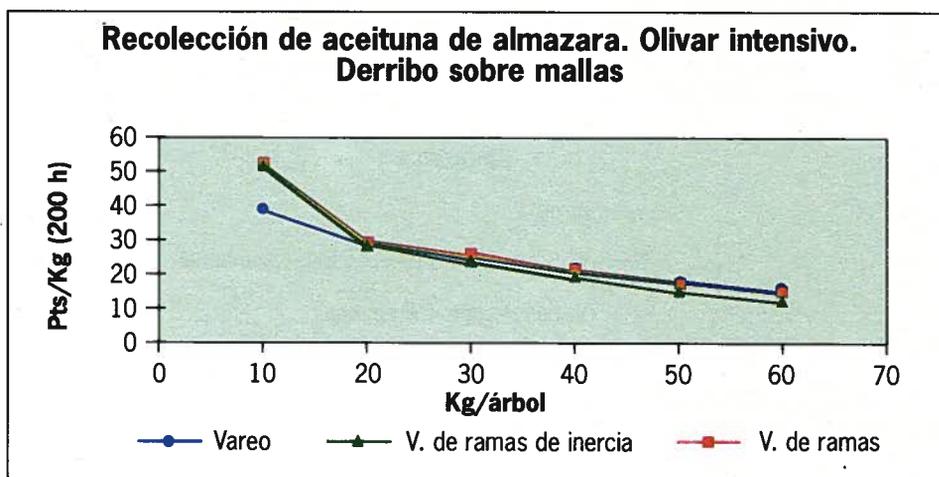
	20	40	60	80	100
MTH/Kg	0,44	0,36	0,34	0,32	
MTVi/Kg	0,21	0,16	0,13	0,11	
MTB/Kg	0,16	0,08	0,05	0,04	
pts/Kg(200)	45,9	30,5	23,7	20,2	
pts/Kg(300)	42,4	28,6	22,4	19,1	

4.2.2.- *Olivar intensivo*

• **Recolección clásica (vareo)**

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	3,09	2,36	2,04	1,85	1,71	1,62
pts/Kg	40,4	30,9	26,7	24,2	22,4	21,2

• **Derribo con vibrador sobre mallas**



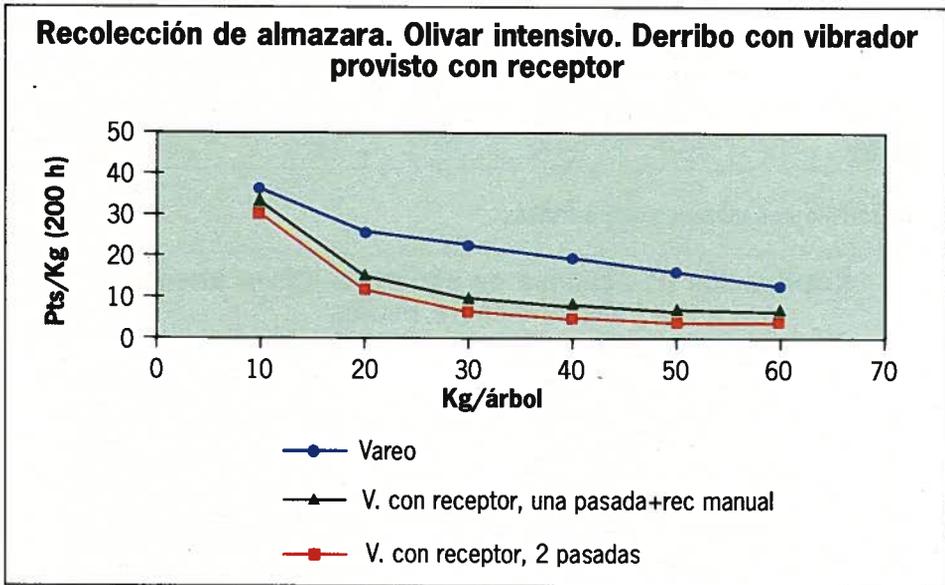
a) **Vibrador de ramas**

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	2,95	1,88	1,52	1,33	1,22	1,14
MTVr/Kg	0,77	0,45	0,35	0,30	0,26	0,24
pts/Kg (200)	54,3	33,8	27,0	23,5	21,3	19,8
pts/Kg (300)	53,6	33,4	26,7	23,3	21,0	19,6

b) **Vibrador de masas de inercia**

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	2,54	1,58	1,29	1,13	1,03	1,96
MTVi/Kg	0,20	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
pts/Kg (200)	54,9	31,0	24,1	19,9	17,6	15,7
pts/Kg (300)	53,4	30,7	23,9	19,8	17,5	15,6

• Derribo con vibrador provisto de receptor (paraguas)



Para el uso del vibrador provisto de paraguas invertido en olivar de almazara, tenemos dos alternativas:

- 1.- Dar dos pasadas con el vibrador para conseguir derribar por completo el fruto:

	10	20	30	40	50	60
MTP/Kg	0,28	0,14	0,10	0,08	0,06	0,06
pts/Kg(200)	31,2	15,6	11,2	8,9	6,7	6,7
pts/Kg(300)	30,4	15,2	10,8	8,7	6,5	6,5

- 2.- Dar una única pasada con el vibrador, y recoger la parte del fruto que reste en la copa con recolección manual.

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	1,6	1,06	0,87	0,78	0,72	0,67
MTP/Kg	0,14	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03
pts/Kg(200)	36,6	21,7	17,0	14,7	12,8	12,1
pts/Kg(300)	36,1	21,5	16,8	14,5	12,7	12,0

• **Derribo con vibrador sobre suelo**

a) Vibrador de ramas

- * Barrido y carga manuales: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.
- * Barrido con sopladoras y carga manual: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.
- * Agrupado con sopladoras y barrido y carga con barredoras-recogedoras

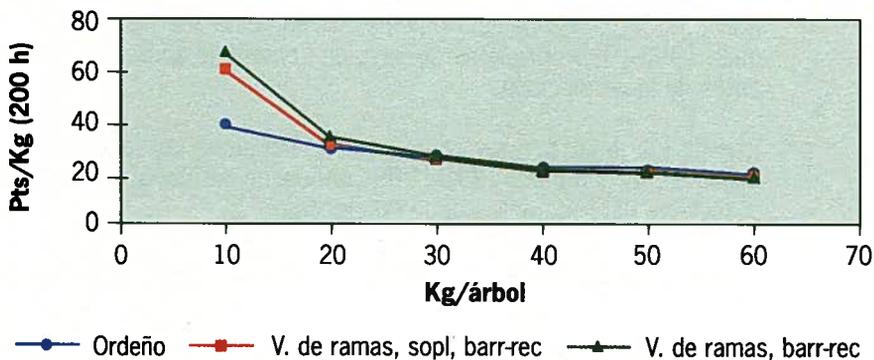
	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	1,37	0,87	0,7	0,61	0,57	0,53
MTVr/Kg	0,77	0,45	0,35	0,30	0,26	0,24
MTB/Kg	0,18	0,09	0,06	0,04	0,04	0,03
MTS/Kg	0,33	0,18	0,12	0,10	0,09	0,08
pts/Kg (200)	60,2	34,1	25,3	20,5	19,0	16,7
pts/Kg (300)	56,0	32,0	23,9	19,4	17,9	15,9

- * Hilerado con barredoras y carga con barredoras-recogedoras: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.

- * Recogida y carga con barredoras-recogedoras

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	1,37	0,87	0,7	0,61	0,57	0,53
MTVr/Kg	0,77	0,45	0,35	0,30	0,26	0,24
MTB/Kg	0,31	0,16	0,10	0,08	0,06	0,05
pts/Kg (200)	69,5	39,1	27,9	23,4	19,7	17,6
pts/Kg (300)	63,0	35,7	25,7	21,6	18,4	16,5

Recolección para almazara. Olivar intensivo. Derribo con vibrador de ramas sobre suelo



b) Vibrador de masas de inercia

- * Barrido y carga manuales: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.
- * Barrido con sopladoras y carga manual: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.
- * Agrupado con sopladoras y barrido y carga con barredoras-recogedoras:

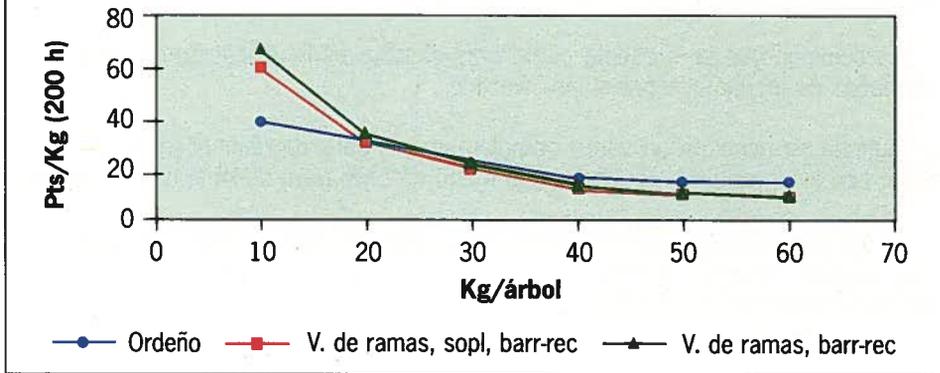
	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	0,68	0,44	0,36	0,36	0,35	0,34
MTVi/Kg	0,20	0,10	0,05	0,05	0,04	0,03
MTB/Kg	0,18	0,09	0,04	0,04	0,04	0,03
MTS/Kg	0,33	0,18	0,10	0,10	0,09	0,08
pts/Kg (200)	56,1	29,6	16,2	16,2	14,9	12,4
pts/Kg (300)	52,1	27,6	20,0	15,3	14,0	11,7

- * Hilerado con barredoras y carga con barredoras-recogedoras: No se ha utilizado esta alternativa en la campaña 1998-1999 porque no se cayó un porcentaje apreciable del fruto antes de la recolección.

* Recogida y carga con barredoras-recogedoras:

	10	20	30	40	50	60
MTH/Kg	0,68	0,44	0,39	0,36	0,35	0,34
MTVi/Kg	0,20	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
MTB/Kg	0,31	0,16	0,10	0,08	0,06	0,05
pts/Kg (200)	65,4	34,6	23,9	19,1	15,6	13,3
pts/Kg (300)	59,1	31,4	21,9	17,5	14,4	12,3

Recolección de aceituna de almazara. Olivar intensivo. Derribo con vibrador de masas de inercia sobre el suelo



5.- DISCUSIÓN

5.1.- Recolección de aceituna de mesa

5.1.1.- Olivar tradicional

Aunque hasta hace unos años la única alternativa considerada era la recolección mediante ordeño, por el molestado que sufrían los frutos por cualquier otro sistema, hoy se utilizan los vibradores de inercia de masas excéntricas y los de ramas para el derribo del fruto sobre mallas, trasladándolo después rápidamente a la fábrica de aderezo, con lo que el molestado disminuye mucho. Si el transporte se hace en cisternas en una solución alcalina, el molestado es equiparable al del ordeño. La utilización de vibradores de inercia de masas excéntricas no se justifica económicamente en este tipo de olivar, lo que es casi una cte en este trabajo. Solo en olivares cuyos olivos tienen una producción superior a 100 kg el coste de la recolección mecanizada se iguala a la recolección manual por ordeño.

El empleo de vibradores de ramas está justificado económicamente en árboles cuya producción sea superior a 30 kg, aumentando también la productividad de la mano de obra y disminuyendo el tiempo de recolección.

5.1.2.- Olivar intensivo

En estos olivares el coste de la recolección empleando vibradores de ramas y de inercia es muy semejante, siendo algo inferior utilizando vibradores de inercia.

El coste de la recolección por ordeño es inferior en árboles cuya producción es menor de 30 kg, siendo equiparable a partir de dicha producción. La ventaja de utilización de vibradores, es el aumento de la productividad de la mano de obra, la disminución del período de recolección y el menor daño que sufren los árboles con el empleo de vibradores que no rompan ramones.

La solución que se presenta como mas efectiva es la utilización de un vibrador de masas de inercia con paraguas invertido.

Aunque se necesite un vareo complementario para derribar el fruto que no ha caído con el vibrado, se necesita poca mano de obra para derribarlo sobre mallas.

El ser utilizado el vibrador separado de la mano de obra supone una rentabilidad muy superior en cuanto a tiempo/tronco, lo que implica un coste de recolección muy inferior al obtenido mediante los otros sistemas.

5.2.- Recolección de aceituna de almazara

5.2.1.- Olivar tradicional

- **Derribo sobre mallas:** En estos olivares, y en la zona de Cabra-Lucena, la utilización del vibrador de inercia de masas excéntricas no está justificada económicamente puesto que el coste del Kg recogido es muy superior al obtenido empleando otros sistemas. Esto mismo se observó en el olivar tradicional de verdeo. La justificación de su rentabilidad negativa se debe a que el vibrador se integra en una cuadrilla participando de los tiempos muertos que existen en todo trabajo de tipo manual. El uso del vibrador sería mucho mas rentable si se utilizase como máquina fundamental y que los operarios que mueven mallas, vanean y cargan, actuasen de tal forma que las paradas del vibrador fuesen mínimas.

El empleo del vibrador de ramas no disminuye el coste de la recolección manual prácticamente, siendo su única ventaja el menor daño que sufren los olivos, al no desprenderse ramones.

- **Derribo con vibrador de ramas sobre el suelo:** Los costes de recolección utilizando vibradores de ramas sobre el suelo para ser recogido el fruto des-

pués mediante sopladoras que lo agrupan y recogedoras ó bien directamente mediante barredoras-recogedoras, son muy semejantes a los obtenidos mediante recolección tradicional por vareo, aunque algo inferiores.

El empleo de este sistema solo se justificaría cuando hubiera habido una caída previa del fruto que originaría un coste adicional de recogida en el sistema tradicional y no se encarecería la recogida mediante barredoras-recogedoras.

Este sistema tiene como ventaja, la menor necesidad de mano de obra y el menor período de recolección por la mayor productividad de las máquinas, y como inconveniente la menor calidad del aceite obtenido al haber estado el fruto en contacto con el suelo.

- **Derribo con vibrador de inercia de masas excéntricas sobre el suelo:** En estos sistemas sólo cambia con respecto al apartado anterior la sustitución del vibrador de ramas por el vibrador de inercia de masas excéntricas. A partir de 60 kg/árbol no hay diferencias apreciables entre los tres sistemas considerados. Para producciones inferiores a 60 kg/árbol el coste, de mayor a menor, es: 1º barredora-recogedora, 2º sopladora-recogedora, 3º derribo sobre mallas. Como se dijo anteriormente, en árboles con producción superior a 40-45 kg los sistemas mecanizados estarían justificados por su ahorro de mano de obra y su mayor productividad, con el consiguiente acortamiento del periodo de recolección. Su inconveniente, como ya se dijo, es la peor calidad del aceite por el contacto del fruto con el suelo. La recolección por estos sistemas mecanizados será necesaria cuando por incidencias climatológicas o de plagas haya una caída previa del fruto que encarezca la recolección.

5.2.2.- *Olivar intensivo*

- **Derribo sobre mallas:** A partir de los 20Kg/árbol el sistema mas rentable es utilizar el vibrador de inercia de masas excéntricas, siendo el coste por Kg recogido prácticamente el mismo para el vareo que para el derribo del fruto mediante vibrador de ramas.

La mayor productividad de los sistemas mecanizados y el menor daño que sufre el árbol, permite aconsejar la utilización del vibrador de inercia de masas excéntricas o en su defecto el de ramas.

- **Derribo con vibrador provisto de receptor (paraguas):** El coste por Kg recogido es menor utilizando el vibrador provisto de receptor que utilizando el método de vareo, cualquiera que sea la producción del árbol superior a 10 Kg y el sistema utilizado, dándose dos pasadas o bien una pasada y recolección manual mediante vareo del fruto que no se desprendió con la vibración.

Los sistemas de vibración con receptores son los que mejor pueden mecanizar los olivares intensivos.

- **Derribo con vibrador de ramas sobre el suelo:** A partir de una producción de 20 Kg/árbol el coste por Kg recogido es el mismo por los tres sistemas considerados. Para menor producción por árbol el sistema con menor coste es el de vareo, seguido del empleo de la sopladora y recogedora y por último el de la barredora-recogedora.

Los sistemas mecanizados serán mas rentables cuando haya habido una caída previa que encarezca el sistema de recogida mediante vareo

- **Derribo con vibrador de masas excéntricas sobre el suelo:** A partir de una producción de 20 Kg/árbol el coste por kg recogido es menor por los sistemas mecanizados entre los que no hay diferencias apreciables.

Cuando no haya habido caída previa, la mayor calidad del aceite debe primar sobre el menor coste de recolección.

6.- CONCLUSIONES

1ª) La introducción de la maquinaria de recolección en el olivar de Cabra-Lucena no ha supuesto hasta ahora una reducción apreciable en el costo del kg recogido con los diferentes sistemas de mecanización.

2ª) Si se pueden reseñar los beneficios que esta mecanización supone, que son:

- a) Uso del vibrador de ramas o de inercia no produce daños en los ramones del olivo, productores de fruto en el siguiente año, lo que origina una disminución de la verceña.
- b) La utilización de cualquiera de las máquinas estudiadas en este trabajo supone un aumento de la productividad de la mano de obra (kg/jornal) lo que implica una disminución de la mano de obra y/o un acortamiento del periodo de recolección.

3ª) El uso en esta zona del vibrador de inercia masas excéntricas no reduce el costo del kg recogido porque el tiempo empleado por tronco vibrado es más del doble que el obtenido en otras zonas o que se encuentra en bibliografía. La causa de este resultado anormal es que el vibrador se ha acoplado a una cuadrilla y no se ha contratado una cuadrilla para acompañar al vibrador.

4ª) Tanto en la recolección de aceituna de verdeo como de almazara en los olivares intensivos, la máquina de la que más beneficios se obtiene es del vibrador de inercia de masas excéntricas provisto de receptor, que reduce sensiblemente el coste del kg recogido y tiene además todos los beneficios indirectos de las demás máquinas.

5º) La utilización del vibrador de ramas reduce en general el coste del kg recogido cualquiera que sea el sistema de recolección en el que esté incluido.

6º) Los sistemas de derribo sobre el suelo para posterior recogida mecánica del fruto sólo tienen justificación cuando se ha caído de forma natural un alto porcentaje de aceituna. La reducción de coste que puedan suponer es pequeña y no compensará casi nunca la pérdida de calidad del aceite obtenido del fruto que ha estado en contacto con el suelo.

7º) La utilización de la sopladora para agrupar el fruto antes del paso de la recogedora reduce en general el coste del kg recogido. Fruto que ha estado en contacto con el suelo.

8º) Todas las máquinas estudiadas efectúan perfectamente la labor para la que están diseñadas independientemente de la justificación económica de su uso.

