

Estrategias para la recolección mecanizada de la variedad de olivo Arbequina

Resumen.

En la comarca de la Almunia de Doña Godina (Zaragoza), y en olivos de la variedad Arbequina cultivados en regadío, se realizó un ensayo de recolección mecanizada, utilizando un vibrador multidireccional de troncos en dos épocas distintas de recolección, combinando una o dos vibraciones por árbol en cada una de las épocas establecidas. El intervalo de tiempo entre las dos vibraciones consecutivas sobre el mismo árbol fue de 15 días.

Se estudia el porcentaje de cosecha de aceitunas derribadas en cada tratamiento, la producción de aceituna y se realiza una sencilla evaluación económica de cada estrategia de recolección.

El fraccionamiento de la recolección en varias pasadas por árbol (vibraciones) y la realización de la recolección en una época más tardía, permite obtener unos mayores porcentajes de derribo de cosecha de aceituna.

La recolección vibrando dos veces cada árbol posibilita una mayor producción unitaria de aceituna, independientemente de la época que se realiza.

La estrategia que recoge las aceitunas en la primera época (E1), realizando una vibración por árbol, proporciona el mejor resultado económico. Por otra parte, la recolección mecanizada de la aceituna con vibrador permite resolver el grave problema de mano de obra necesaria para realizar la recolección con los sistemas manuales tradicionales.



Foto 1. Olivo formado para recolección mecanizada.

Introducción.

La variedad Arbequina se cultiva en toda la Comunidad Autónoma de Aragón, pero las principales masas olivareras se encuentran en las comarcas de La Almunia de Doña Godina, Calatayud y Zaragoza (Cuadro n.º 1). La superficie total de cultivo es de 4.932 hectáreas, de las cuales 1.730 hectáreas están en regadío.

Cuadro n.º 1.- Distribución superficial de Arbequina en la provincia de Zaragoza.

Comarca	Secano (has.)	Regadío (has.)	Total
Calatayud	719	178	897
La Almunia	1.514	296	1.810
Zaragoza	969	1.256	2.225
Total	3.202	1.730	4.932

El clima es de tipo continental, con veranos muy calurosos e inviernos fríos, y con muchos días de niebla que dificultan la tarea de la recolección. Otra característica importante es la escasez de lluvia (250-300 mm./año), concentrándose en dos épocas: primavera y otoño. Esto provoca que las producciones en secano sean muy bajas y alternantes, en función de la pluviometría.

Por tratarse de una variedad poco vigorosa, la densidad media de plantación oscila entre 200-300 árboles por hectárea.

Para la recolección manual, los operarios se ayudan de unos peines con púas de acero para derribar la aceituna y hacerla caer sobre mallas previamente colocadas bajo la copa de los árboles. Para acceder a todas las zonas de la copa, se utilizan pequeñas escaleras de madera o metálicas.

Los rendimientos de la recolección manual varían entre 125-200 Kg/persona-día, según el tamaño del árbol y su nivel de cosecha.

En la década de los años setenta se iniciaron experiencias de recolección mecanizada utilizando diversos prototipos de vibradores. Los resultados obtenidos no fueron muy alentadores en esta variedad, ya que sus características varietales (ramas péndulas, tamaño pequeño del fruto y maduración muy escalonada) no son las más adecuadas para obtener altos porcentajes de caída de fruto como sucede con otras variedades (Empeltre, Picual, etc.) y solamente con sucesivas vibraciones en cada árbol escalonadas a lo largo de la campaña de recolección, se obtienen valores de derribo de aceituna cercanos al 75%.



Foto 2. Detalle del vibrador multidireccional de troncos.

La gran demanda de plántones de esta variedad en los últimos 2-3 años, para establecer nuevas plantaciones de olivar en Aragón, han motivado la necesidad de ensayar distintas estrategias de recolección mecanizada que permitan reducir los elevados consumos de mano de obra en recolección que demanda su cultivo y que puede llegar a ser el principal factor limitante de su futura expansión.

Objetivo de la experiencia.

Determinar la estrategia óptima de recolección mecanizada de Arbequina para mejorar la rentabilidad de su cultivo.

Diseño experimental.

Se planteó como un experimento factorial, realizando una o dos vibraciones de tronco en cada árbol (con una separación de 15 días entre ellas), iniciándolas en dos épocas distintas. El número de árboles por tratamiento fue de 16.

Factor 1. Épocas:

Epoca 1.^a (E1): 18 de noviembre.

Epoca 2.^a (E2): 3 de diciembre.

Factor 2. Número de vibraciones por árbol:

Una vibración por árbol (1V).

Dos vibraciones por árbol (2V).

Diseño: Bloques al azar:

Número de tratamientos: $2 \times 2 = 4$.

Número de repeticiones: 4.

Cuadro n.º 2. Estrategias de recolección mecanizada en Arbequina.

	Epocas de vibración	
	E1	E2
1V (una vibración/árbol)	E1-1V (18/Nov.)	E2-1V (3/Dic.)
2V (dos vibraciones/árbol)	E1-2V (18/Nov. y 3/Dic.)	E2-2V (3/Dic. y 18/Dic.)

El ensayo se realizó en una plantación de olivos en regadío de 41 años de edad, con un marco de plantación de 6 x 6 m. y una gran uniformidad de los árboles, tanto en cuanto al volumen de copa como al nivel de cosecha (Cuadro n.º 3).

Equipo de recolección.

El cabezal de vibración, es un vibrador multidireccional que está suspendido de unos brazos cuyo movimiento le permite adquirir diversas posiciones de agarre, tanto al tronco como a las ramas principales del árbol. Todo el conjunto se acopla en la parte delantera de un tractor de media potencia (70-90 C.V.). La aceituna derribada se recibe sobre mallas de plástico, colocadas debajo de la copa del olivo antes de la operación de vibrado por unos operarios que posteriormente realizan el vaciado del fruto de las mallas sobre un remolque.

El equipo de recolección está integrado por un tractorista que maneja el tractor-vibrador y dos unidades de cinco personas que manejan las mallas necesarias para recolectar dos árboles, realizan la operación de apurado del fruto que queda en el árbol después de la vibración, y uno de sus componentes realiza los movimientos del tractor con el remolque receptor de aceituna en la parcela.

Actualmente, en árboles de volumen medio de copa (50-70 m³/árbol), la recepción del fruto derribado se puede hacer sobre un paraguas invertido de mallas, que está montado junto al cabezal de vibrado sobre una plataforma que emboca en el tronco de los árboles a recolectar.

Con este sistema se eliminan las costosas operaciones de extender, retirar y transportar la aceituna de las mallas al remolque receptor del fruto.

Los resultados estudiados corresponden a la de extensión manual de redes.

Resultados y discusión.

Producción de aceituna.

Las producciones recolectadas de aceituna no difieren significativamente entre tratamientos, cualquiera que sea la estrategia de recolección utilizada (Cuadro n.º 3). No obstante, las mayores producciones unitarias corresponden a los árboles vibrados dos veces, independientemente de haberlos recolectado en la primera o segunda época.

Este aumento de producción unitaria puede ser debido a que los frutos que permanecen 15 días más en el árbol, después de la primera vibración, aumentan más rápidamente de tamaño al existir menor competencia entre ellos.

La descarga de cosecha por derribo de frutos en la primera vibración de la 1.ª época (E1-1.ªV) es del 37,20% del peso total de la cosecha y en la primera vibración de la segunda época (E2-1.ªV) del 41,88%.

Cuadro n.º 3. Producción total de aceituna Arbequina en el ensayo.

Estrategia de recolección	Producción (Kg/árbol)	Error Std.
E1-1V	37, 94 a	2, 19
E1-2V	40, 31 a	1, 56
E2-1V	37, 69 a	1, 97
E2-2V	40, 56 a	2, 10

* Cifras en columna, seguidas con la misma letra no difieren significativamente al nivel 95%.

Porcentajes de derribo:

a) Sobre cosecha presente en árbol (Kg/árbol).

El porcentaje del peso de la cosecha de aceituna derribada con vibrador (Cuadro n.º 4), aumenta a medida que retrasamos la fecha de recolección. Los porcentajes se refieren a la cosecha presente en el árbol en el momento de realizar cada vibración.

Cuadro n.º 4. Resumen de porcentajes de aceituna Arbequina derribada con vibrador sobre aceituna "presente" en el árbol.

Epoca	Vibración	Fecha	% aceituna derribada	Error Std.
Primera (E1)	Primera	18/11	36,24 a	1,16
	Segunda	3/12	39,11 ab	0,96
Segunda (E2)	Primera	3/12	40,46 b	1,69
	Segunda	18/12	46,36 c	1,27

Las cifras de la columna seguidas de letra diferente son significativamente distintas al nivel 95%.

Porcentajes transformados: $\arcsen\sqrt{\%}$; I.C.Bliss

La segunda vibración realizada en la época más tardía (E2), produce un porcentaje de cosecha derribada significativamente mayor que el resto de vibraciones. La suma del total derribada entre las dos vibraciones es del 75,35% para la primera época y 86,82% para la segunda época.

b) Sobre cosecha total del árbol (Kg/árbol).

Los porcentajes de derribo de cosecha de aceituna con cada vibración, sobre la cosecha total de cada árbol, son los que figuran en el cuadro n.º 5. El porcentaje de cosecha derribada con cada vibración, aumenta a medida que retrasamos la época de aplicación.

Cuadro n.º 5. Porcentajes de cosecha "total" de Arbequina derribada con vibrador.

Epoca	Vibración	Fecha	% aceituna derribada	Error Std.
Primera (E1)	Primera	18/11	36,29 b	1,15
	Segunda	3/12	30,47 c	0,75
Segunda (E2)	Primera	3/12	40,23 a	1,72
	Segunda	18/12	32,96 bc	1,08

Las cifras de la columna seguidas de diferente letra son significativamente diferentes al nivel 95%.

Porcentajes transformados: $\arcsen\sqrt{\%}$; I.C.Bliss.

La suma de los porcentajes de cosecha derribada con las dos vibraciones aplicadas por árbol, es significativamente más elevada en la segunda época que en la primera, no rebasando en el mejor de los casos el 75% de cosecha derribada.

Cuadro n.º 6. Porcentajes de derribo de cosecha de aceituna Arbequina sobre la "cosecha total" del árbol.

Epoca	Vibración por árbol	Fecha	% aceituna derr.
E1	Suma (1. ^a + 2. ^a)	18/11 y 3/12	66,76 a
E2	Suma (1. ^a + 2. ^a)	3/12 y 18/12	73,19 b

* Las cifras de la columna con letra distinta difieren significativamente al nivel 95%.

Destacar que no se ha realizado la poda adaptada a la recolección mecanizada, aplicando la tradicional de la comarca, en la que se favorecen las ramas bajas péndulas, que son muy productivas y sus frutos, fáciles de recolectar de forma manual, pero difíciles de derribar mediante vibrador.

En general, hasta diciembre, la aceituna está bastante verde y el vibrador derriba los frutos más grandes, quedando en el árbol los más pequeños y/o los situados en zonas difíciles de llegar los efectos de las vibraciones.

Maduración y tamaño del fruto.

El peso medio del fruto y el índice de madurez, aumentan cuando recolectamos en la 2.^a época (E2). Sin embargo, entre las dos fechas iniciales de recolección (E1 y E2), no existen diferencias significativas, entre ambos parámetros (Cuadro n.º 7). Los resultados se han determinado sobre 100 aceitunas procedentes de una muestra de aproximadamente 1 Kg. de aceitunas recogidas al azar de cada árbol de cada tratamiento y repetición.

Cuadro n.º 7. Índice de maduración y peso del fruto de Arbequina.

Fecha recolección	Índice maduración	Peso fruto (g/fruto)
E1 (18/11)	3,80	1,31
E2 (3/12)	4,05	1,48

Rendimiento graso.

En cada una de las épocas de recolección, sobre una muestra representativa de aceitunas de cada tratamiento y repetición, se ha determinado el porcentaje de humedad del fruto y el rendimiento graso sobre materia seca (Cuadro n.º 8). Se aprecia que el rendimiento graso aumenta a medida que se retrasa la época de recolección, para mantenerse poco más o menos en el mismo nivel a partir del 18 de noviembre. Desde esta fecha, la cantidad de aceite por hectárea es máxima, y por lo tanto sería la época óptima para iniciar la recolección.

Cuadro n.º 8. Porcentajes de humedad y rendimiento graso del fruto.

Fecha	Rento. graso (% S/m.s.)
3 de Noviembre	38,29 a
18 de Noviembre	42,07 b
3 de Diciembre	43,20 bc
18 de Diciembre	42,08 bc

Costes de recolección.

El coste horario del tractor con el vibrador se ha valorado a 5.000 ptas/hora, con un rendimiento de 40 árboles/hora. La mano de obra se ha valorado en 750 ptas/hora.

En el cuadro n.º 9, se reflejan los costes de recolección de la variedad Arbequina en cada una de las estrategias, comparándolas con la recolección manual que se estima en 28 ptas/Kg.

Cuadro n.º 9. Costes de recolección de la aceituna con distintas estrategias.

	Epoca 1. ^a (E1)		Epoca 2. ^a (E2)	
	1 Vibrac. (18-11)	2 Vibrac. (18-11 y 3-12)	1 Vibrac. (3-12)	2 Vibrac. (3-12 y 18-12)
Producción (Kg/árb.)	37,94	40,31	37,69	40,56
Apurado (Kg/árb.)	24,17	13,39	22,52	10,87
Vibrado (m./árb.)	1,50	3,00	1,50	3,00
M. obra (m./árb.)	73,10	95,15	72,30	92,16
M. obra (ptas/Kg.)	24,09	29,50	23,96	28,40
Vibrado (ptas/Kg.)	3,29	6,20	3,31	6,16
<i>Total (ptas/Kg.)</i>	<i>27,38</i>	<i>35,71</i>	<i>27,27</i>	<i>34,56</i>

A pesar de los bajos porcentajes de derribo de cosecha de aceituna en cada vibración, los costes de recolección mecanizada no superan siempre a los de la recolección manual, habiendo una diferencia que oscila entre 0,73 ptas/Kg. para el caso más favorable a la recolección mecanizada con una vibración y 8,51 ptas/Kg. en el caso más desfavorable con dos vibraciones por árbol.

El apurado de la aceituna que queda en el árbol después de la vibración, se realiza manualmente utilizando escaleras, peines y mallas colocadas bajo la copa del árbol para recibir la aceituna.

Cálculo del Margen Bruto de cada estrategia de recolección.

Para el cálculo del Margen Bruto por hectárea (Cuadro n.º 10), se han utilizado las producciones y costes de recolección que figuran en el cuadro n.º 7, una valoración de la aceituna a 100 pesetas el kilo y una densidad de 277 árboles por hectárea.

Cuadro n.º 10. Margen Bruto obtenido con cada estrategia de recolección (ptas/ha.).

Estrategia	Aceituna (Kg/ha.)	Coste (Ptas/Kg.)	Coste (Ptas/ha.)	P. venta (Ptas/Kg.)	P.B. (Ptas/ha.)	MB (Ptas/ha.)	Indice
E1-Manual	10.539	28,00	295.089	100	1.053.889	758.800	100
E1-1 Vibrado	10.539	27,39	288.629	100	1.053.889	765.260	101
E1-2 Vibrados	11.197	35,71	399.853	100	1.119.722	719.869	95
E2-Manual	10.469	28,00	293.144	100	1.046.944	753.800	99
E2-1 Vibrado	10.469	27,28	285.606	100	1.046.944	761.338	100
E2-2 Vibrados	11.267	34,57	389.489	100	1.126.667	737.178	97

* Índice 100= E1-Manual.

Desde el punto de vista del Margen Bruto por hectárea, la mejor estrategia de recolección sería el vibrar una vez los árboles, empezando la recolección en la primera época (E1-IV).

El realizar dos vibraciones por árbol en la época más tardía (E2), supondría una pérdida de margen bruto de 16.634 ptas/ha. respecto a la recolección manual en la primera época (Índice=100).

Conclusiones.

La estrategia de recolectar las aceitunas a partir del 18 de noviembre, vibrando una vez cada árbol, es la opción entre las ensayadas, que permite obtener mejores resultados económicos para mecanizar la recolección de una variedad tan difícil como Arbequina.

El Margen bruto obtenido por hectárea, realizando una o dos vibraciones por árbol, está muy próximo al conseguido mediante la recolección manual.

La mecanización de la recolección podría aportar las siguientes ventajas:

- Mejor regulación de la campaña a efectos de molturación y posterior transformación en aceite (fraccionamiento de la recolección).
- Menores necesidades diarias de mano de obra por explotación.
- Recolección de la aceituna en un estado de maduración más uniforme.
- Posibilidad de obtener aceites de diferentes características organolépticas.



Foto 3. Remolque portamallas para recolección.

En campañas sucesivas, sería deseable ensayar diversas estrategias de recolección mecanizada utilizando el vibrador con paraguas invertido, para evitar los elevados consumos horarios de mano de obra en el manejo de las mallas receptoras de la aceituna derribada que supone el uso del vibrador sin este complemento.

Agradecimientos.

Los autores expresan su agradecimiento a la empresa "Hermanos Josa" de La Almunia de Doña Godina, sin cuya colaboración no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Bibliografía

- Antognozzi, E.; Cartechini, A.; Tombesi, A.; Pallioti, A. (1990). Transmission and efficiency of vibration on "Moraiolo" olive harvesting. *Acta Horticulturae*, 286: 413-416.
- Chahbar, A.; Zguigal, Y. (1987). Recolección mecánica de aceitunas en Marruecos. *Olivae*. 19: 29-36.
- Cini, E.; Cioni, A. (1993). Un operatrice per la raccolta meccanica delle olive. *M&ma*; 7-8: 6-9.
- Giametta, G. (1991). La raccolta meccanica delle olive e della frutta secca. *M&ma-IMA9*: 69-83.
- Fernández, J.E.; Moreno, F.; Martín-Aranda, J. (1990). Study of root dynamics of olive trees under drip irrigation and dry farming. *Acta Horticulturae*. 286: 271-274.
- Navarro, C. (1989). La vecería en el olivo. *Agricultura* 682: 410-414.
- Porras, A. (1987). Las máquinas para la recolección de aceitunas. Principios y características. Junta de Andalucía. Serie Monografías n.º 8, 119 pág.



Foto 4. Estado de maduración de la aceituna el 18 de diciembre.

Información elaborada por:

Espada Carbó, José Luis
Albericio Vilda, Luis
Nogueroles Pérez, J.
Castañer Royo, Pablo

Centro de Técnicas Agrarias. D.G.A.
O.C.A. Borja D.G.A.
Grupo A.L.M.
Centro de Técnicas Agrarias, D.G.A.

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la D.G.A.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TÉCNICAS AGRARIAS:
Apartado de Correos 617 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 57 63 11, ext. 252.

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Dirección General de Tecnología Agraria. Servicio de Formación y Extensión Agraria. ■ **Composición:** Centro de Técnicas Agrarias. ■ **Imprime:** Los Sitios, talleres gráficos. ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.

 **GOBIERNO
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura
y Medio Ambiente