

# Recolección mecanizada de la aceituna en Lérida

## ENSAYOS EN OLIVAR DE LA VARIEDAD ARBEQUINA EN LA COMARCA DE LAS GARRIGAS

por: Miquel Angel Sole Riera\*  
Montserrat Florensa Giu\*

### POSIBLES ESTRATEGIAS A UTILIZAR

#### RESUMEN

En la comarca de las Garrigas, en olivar de la variedad Arbequina, durante 4 años (1990-1993), se realiza un ensayo de recolección mecanizada, en tres fechas distintas de recolección (inicio, mediados y final de campaña), y todas sus posibles combinaciones.

Se estudia el porcentaje de desprendimiento obtenido con cada tratamiento, la producción total de aceitunas, la producción realmente recolectada con vibrador, la influencia que tiene el tamaño de la aceituna y se realiza una sencilla evaluación económica.

La tesis que recolecta las aceitunas en las tres fechas propuestas obtiene los mejores resultados (máximo porcentaje de derribo, máxima producción total, máxima producción recolectada y mejor resultado económico).

#### INTRODUCCION

La comarca de las Garrigas se encuentra en el sur de la provincia de Lérida y está dentro de la denominación de origen «Garrigues», con una superficie de 34.000 ha de olivar de la variedad Arbequina.

El clima es de tipo continental, con veranos calurosos e inviernos muy fríos, con muchos días de niebla, que dificulta la tarea de la recolección. Otra característica importante es la escasez de lluvias (360 mm de media), concentradas en los meses de mayo y octubre-noviembre, por lo que las producciones son bajas y alternantes en función de la pluviometría total registrada.

**Los mejores resultados se consiguen con el fraccionamiento de la recolección en tres fechas diferenciadas, lo que también puede incidir en la regulación de la molturación y obtención de diferentes tipos de aceite»**

La dimensión media de las explotaciones es de unas 15 ha de SAU, de las cuales el 55% están dedicadas al cultivo del olivo y el resto al almendro. La mayor parte de la comarca tiene una orografía muy abrupta, estando los terrenos abancalados, para evitar la erosión, con 1 ó 2 líneas de árboles por bancal. Este hecho dificulta bastante la mecanización. Las densidades medias de plantación son de unos 125 árboles/ha.

Para la recolección manual el hombre se ayuda de unos peines, que antiguamente eran metálicos y en la actualidad son de plástico, con los que peina las ramas finas, para hacer caer las aceitunas en unas mallas plásticas para evitar que el fruto entre en contacto directo con el suelo. Para poder acceder a todas las partes del árbol se utilizan escaleras de madera o metálicas.

Los rendimientos de la recolección manual oscilan entre los 100-150 kg/persona/día en años con poca producción, y los 350-500 kg/persona/día en años de mucha producción. El coste medio de la recolección manual se sitúa en torno a las 30 pta/kg.

A finales de los años 70 se empezaron a realizar experiencias de recolección mecanizada utilizando diversos prototipos de vibradores. Los resultados obtenidos no fueron muy esperanzadores debido a que los porcentajes de caída de aceitunas eran bajos, y solamente a final de campaña se ob-



Foto 1: Vista general del vibrador utilizado en el Ensayo.

(\*) Centre Tècnic de les Terres Semiàrides de les Garrigues. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya.

tenían valores cercanos al 80%. Un inconveniente añadido era el hecho de que se utilizaba mucha mano de obra en el movimiento de las mallas de debajo de los olivos, lo que se agravaba al tener que realizar varias pasadas de vibrador para recoger la totalidad de las aceitunas.

Hay dos hechos fundamentales que dificultan la recolección de la variedad Arbequina en las Garrigas: el tamaño de la aceituna (aproximadamente 1 gramo/fruto), y la época de recolección (inicio a mediados de noviembre, para recoger un porcentaje importante de aceitunas verdes para obtener el típico aceite frutado).

En 1988, promovido por un grupo de agricultores de la localidad de Llardecans, se desarrolló por parte de la firma ESTUPIÑA S.L. un prototipo de recolectora integral de aceitunas, que con el tiempo se ha ido mejorando. Este prototipo ha sido el empleado de nuestros ensayos.

## MATERIAL Y METODOS

### Descripción del ensayo

El objetivo del ensayo es determinar el momento óptimo de realizar la recolección y el número de pasadas necesarias para obtener el máximo porcentaje de caída, la máxima producción recolectada, el coste de recolección más bajo, y así poder establecer las mejores estrategias de recolección.

En la zona, la época normal de recolección va desde mediados de noviembre a finales de enero (aproximadamente 60-75 días).

Se planteó recolectar con vibrador en tres fechas diferentes, separadas aproximadamente un mes una de otra, siendo éstas a inicio de campaña, a mediados y a finales de la misma (20 N, 20 D, 20 E, aproximadamente). Se hicieron las posibles combinaciones entre ellas, para obtener todas las posibilidades de recolección en una pasada, dos pasadas o tres pasadas (tabla 1).

El ensayo se realiza durante 4 años (1990-1993). Las fechas de recolección han variado en los diferentes años, según las circunstancias climáticas y de cosecha habidas (tabla 2).

El diseño estadístico del ensayo es en bloques al azar, con 6 repeticiones y 2 árboles por parcela elemental.

### Descripción del vibrador

El vibrador utilizado en el ensayo (fotos núms. 1, 2, 3, 4 y 5) fue el segundo prototipo desarrollado y que tiene las siguientes características:

El cabezal vibrador es multidireccional, y está suspendido de unos brazos mediante cuyo movimiento puede adquirir diversas posiciones de agarre, tanto del tronco como de las ramas principales bajas.

TESIS	1ª FECHA	2ª FECHA	3ª FECHA
1	X	X	X
2	X	X	
3	X		X
4		X	X
5	X		
6		X	
7			X

Tabla 1.- Tesis realizadas en el ensayo

AÑO	1ª FECHA	2ª FECHA	3ª FECHA
1.990	19 noviembre	19 diciembre	18 enero
1.991	22 noviembre	27 diciembre	13 febrero
1.992	28 noviembre	29 diciembre	1 febrero
1.993	10 diciembre	3 enero	21 enero

Tabla 2.- Fechas de recolección

El cabezal y los brazos eran montados encima de una plataforma que emboca en el tronco de los árboles, y despliega un paraguas invertido de malla, que a la vez hace de receptáculo para la recogida de las aceitunas. Esta plataforma sirve de tolva de almacenamiento parcial de aceitunas (unos 600 kg de capacidad).



Foto 2: Vista frontal.

Todo el conjunto se acopla en la parte delantera de un vehículo propulsor, que puede ser un tractor de gran potencia (recomendable más de 90 CV), o bien un vehículo industrial. Es preferible esta última opción, ya que el conjunto dispone de mayor potencia, mayor maniobrabilidad y mayor visibilidad por parte del conductor, con lo cual el rendimiento de trabajo es muy superior.

Las ventajas que aporta el conjunto frente a otros vibradores son las siguientes:

—Escasa utilización de mano de obra siendo suficientes el conductor de la máquina vibradora y una persona para el remolque donde se vacían las aceitunas para su posterior traslado al molino.

—Elevado rendimiento de trabajo, el cual va en función del tipo de máquina propulsora empleada (tractor, máquina industrial, etc.), de la orografía del terreno y del marco de plantación. Se han llegado a obtener rendimientos de 80-85 árboles recolectado/hora.

—Permite aumentar el número de días y horas de trabajo en la campaña de recolección. Es posible recolectar en días con niebla, lluvias débiles, con el terreno húmedo; y también en situación extrema sería posible recolectar durante la noche (con la colocación de unos potentes faros).

—Buen porcentaje de desprendimiento de los frutos.

—Coste de recolección bajo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

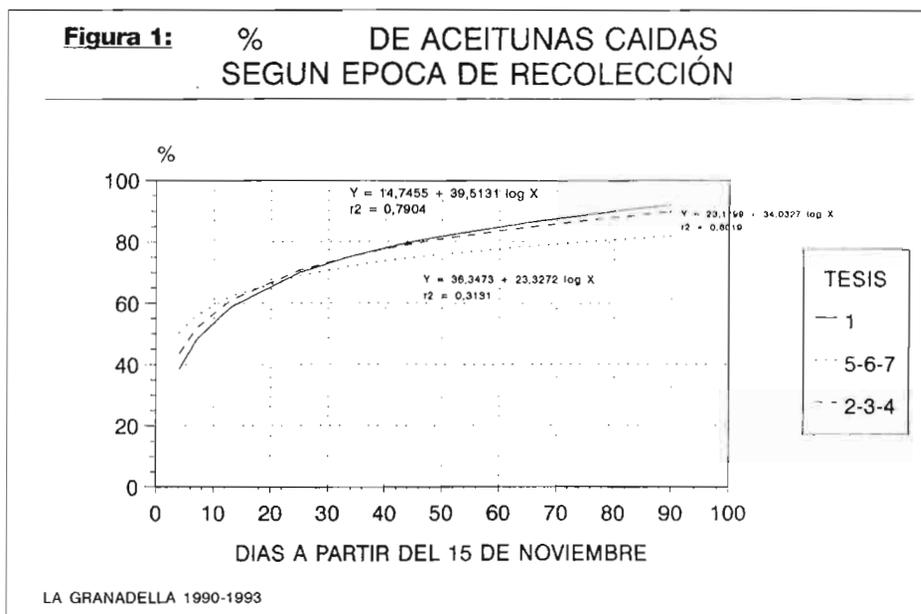
En cuanto al porcentaje de derribo de aceitunas con vibrador (Tabla 3), vemos que hay diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los distintos tratamientos, siendo más eficaces los que realizan un fraccionamiento de la recolección y los que terminan esta en una época más tardía (tesis 1, 3, 4 y 7). A continuación, con unos porcentajes significativamente más bajos, estarían los que terminan la recolección en una época intermedia (tesis 2 y 6), y finalmente el que recolecta a principios de campaña (tesis 5).

Dentro de una misma fecha final de recolección, se muestran más eficaces las tesis que recolectan en varias pasadas respecto a una sola pasada (Tabla 3).

En la Figura 1 se aprecia que hay una buena correlación ( $p \leq 0.05$ ) entre la época en que se realiza la recolección y el porcentaje de desprendimiento de frutos obtenido, ajustándose a una ecuación logarítmica, teniendo un mejor ajuste los tratamientos que realizan varias pasadas respecto a los que solo efectúan una.

Por otro lado, vemos que en el conjunto de todos los tratamientos, en la primera fecha de recolección se logra un desprendi-

**Figura 1:** % DE ACEITUNAS CAIDAS SEGUN EPOCA DE RECOLECCIÓN



miento medio entre el 50-60%, en la segunda se llega entre un 70-75%, recolectándose en la última fecha alrededor del 90%.

Los porcentajes de derribo varían en los distintos años en función, básicamente, del

estado de maduración de las aceitunas y de la cantidad de cosecha total del árbol.

Cabe destacar también, que no se ha realizado una poda adaptada a la recolección mecanizada, realizándose la poda tradicional de la zona, en donde se favorecen las ramas bajas péndulas, que son muy productivas y fáciles de recoger de forma manual, pero que en cambio transmiten mal la vibración, aunque en muchos casos el comportamiento de una rama frente a la vibración es imprescindible. Todo ello influye que sea muy difícil llegar a obtener el 100% de aceitunas derribadas. Con todo, las tesis más eficaces consiguen unos porcentajes de derribo más elevados que los obtenidos por otros autores con variedades de aceituna pequeña (Antognozzi y col., 1990).

En la Figura 2 presentamos la evolución del tamaño de los frutos a lo largo del período de maduración, separando los frutos derribados por vibración (VIBRADOR) de los que permanecían en el árbol después de la vibración (MANUAL) y que posteriormente fueron recolectados a mano. Hasta mediados de diciembre, cuando la aceituna está aún bastante verde, el vibrador derriba las aceitunas de mayor tamaño, quedando en el árbol las más pequeñas. En las restantes épocas no se observan diferencias significativas entre las aceitunas recolectadas con el vibrador y las que quedan en el árbol. El tamaño de la aceituna es menor conforme más tardía es la fecha de recolección (Figura 3), debido a la pérdida de humedad de los frutos en el transcurso del invierno, como consecuencia de las heladas.

Se observan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en cuanto a la producción media total de aceitunas por árbol (Tabla 4). En los tratamientos con una recolección más tardía (tesis 7, 4 y 3) vemos que la producción media es más ba-

TESIS	FECHA	1990	1991	1992	1993	MEDIA
1	1	46,66	41,25	47,45	72,64	52
	2	24,68	30,16	33,04	13,78	25,41
	3	14,18	18,21	16,48	3,36	13,06
	<b>TOTAL</b>	<b>85,52 a</b>	<b>89,62 a</b>	<b>96,97 a</b>	<b>89,78 a</b>	<b>90,47 a</b>
2	1	46,19	37,5	49,73	71,96	51,34
	2	20,11	30,91	29,72	14,44	23,8
	<b>TOTAL</b>	<b>66,3 b</b>	<b>68,41 b</b>	<b>79,45 b</b>	<b>86,4 a</b>	<b>75,14 c</b>
3	1	60,69	49,9	60,09	74,29	61,24
	3	26,03	40,21	37,15	11,52	28,73
	<b>TOTAL</b>	<b>86,72 a</b>	<b>90,11 a</b>	<b>97,24 a</b>	<b>85,81 a</b>	<b>89,97 a</b>
4	2	66,12	75,57	82,65	79,16	75,88
	3	20,42	16,2	15,28	9,99	15,47
	<b>TOTAL</b>	<b>86,54 a</b>	<b>91,77 a</b>	<b>97,93 a</b>	<b>89,15 a</b>	<b>91,35 a</b>
5	<b>TOTAL</b>	<b>52,71 b</b>	<b>49,99 c</b>	<b>51,84 c</b>	<b>79,06 ab</b>	<b>58,4 d</b>
6	<b>TOTAL</b>	<b>58,87 b</b>	<b>71,61 b</b>	<b>78,18 b</b>	<b>74,59 b</b>	<b>70,81 c</b>
7	<b>TOTAL</b>	<b>83,77 a</b>	<b>85,37 a</b>	<b>95,78 a</b>	<b>71,61 b</b>	<b>84,13 b</b>
C.V. (%)		10,55	10,26	3,97	15,96	10,73

Las cifras seguidas de la misma letra no difieren significativamente al nivel  $p=0.05$  % según el test de Student-Newman-Keul.

Tabla 3. % de kgs de aceitunas derribados con la recolección mecanizada.

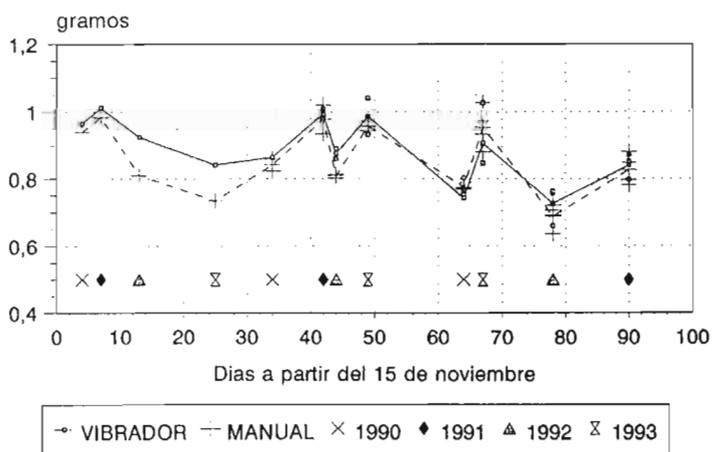


Foto 3: Detalle del agarre al tronco antes de desplegar el paraguas.



Foto 4: Vista general de la máquina vibrando

**Figura 2:** PESO 1 ACEITUNA. COMPARACION SEGUN FECHA DE RECOLECCION



LA GRANADELLA 1990-1993

son las que recogen mecánicamente una menor cantidad de cosecha.

**ESTRATEGIAS DE RECOLECCION**

Para realizar la recolección mecanizada se pueden utilizar básicamente dos fórmulas:

A) Alquiler de la máquina para realizar la recolección, pagando un alquiler por hora de trabajo. El precio normal de alquiler de estas máquinas en la zona es de 5.000 pta/hora.

B) Compra de la máquina vibradora, por uno o varios agricultores agrupados, según las dimensiones de las explotaciones, y utilización en sus explotaciones. En este caso, el coste horario de la recolección con el vibrador será variable en función, entre otros, de los siguientes parámetros:

ja. Ello puede ser debido a que se induce una menor producción al año siguiente, como consecuencia de la recolección tardía (NAVARRO, 1989), y también porque algunas aceitunas caen al suelo o son comidas por los estominos (fenómeno muy acusado en algunos años, 1992 por ejemplo), por lo que no pueden ser recolectadas.

Ahora bien, si tenemos en cuenta la producción realmente recogida por el vibrador (Tabla 5), vemos que no hay diferencias significativas entre los tratamientos 3, 4, 5, 6 y 7, siendo superiores los tratamientos 1 y 2. Por tanto, el bajo porcentaje de desprendimiento a inicios de campaña puede verse compensado por la pérdida de producción que hay en las recolecciones tardías. La recolección en tres pasadas es en el sistema en el que se consigue recolectar un mayor número de kilos mecánicamente, mientras que las recolecciones con una sola pasada

TESIS	1.990	1.991	1.992	1.993	MEDIA
1	10,52 a	14,68 a	22,68 a	9,78 a	14,42 a
2	10,05 a	14,28 a	21,24 a b	9,62 a	13,8 a
3	6,76 a b	10,66 a	15,42 b c	5,97 a	9,7 b c
4	6,13 a b	8,61 a	15,11 b c	3,26 a	8,28 c
5	8,27 a b	13,08 a	20,68 a b	6,36 a	12,1 a b
6	8,44 a b	12,74 a	19,57 a b c	5,51 a	11,57 a b
7	3,94 b	10,56 a	13,67 c	5,67 a	8,46 c
C.V. (%)	38,42	44,32	21,08	62,3	39,02

Las cifras seguidas de la misma letra no difieren significativamente al nivel p=0.05 % según el test de Student-Newman-Keul.

Tabla 4. Producción total de aceituna (Kg/arb)ol

TESIS	1.990	1.991	1.992	1.993	MEDIA
1	9 a	13,16 a	21,99 a	8,78 a	13,23 a
2	6,66 b	9,77 a	16,88 b	8,31 a	10,4 b
3	5,86 b	9,61 a	14,99 b c	5,12 a	8,9 b c
4	5,31 b	7,9 a	14,8 b c	2,91 a	7,73 c
5	4,36 b	6,54 a	10,72 c	5,03 a	6,66 c
6	4,97 b	9,12 a	15,3 b c	4,11 a	8,38 b c
7	3,3 b	9,02 a	13,09 b c	4,06 a	7,37 c
C.V.(%)	34,61	41,63	21,69	65,16	38,99

Las cifras seguidas de la misma letra no difieren significativamente al nivel  $p=0.05$  % según el test de Student-Newman-Keul.

Tabla 5. Producción total de aceitunas recolectadas con el vibrador (Kg/árbol)

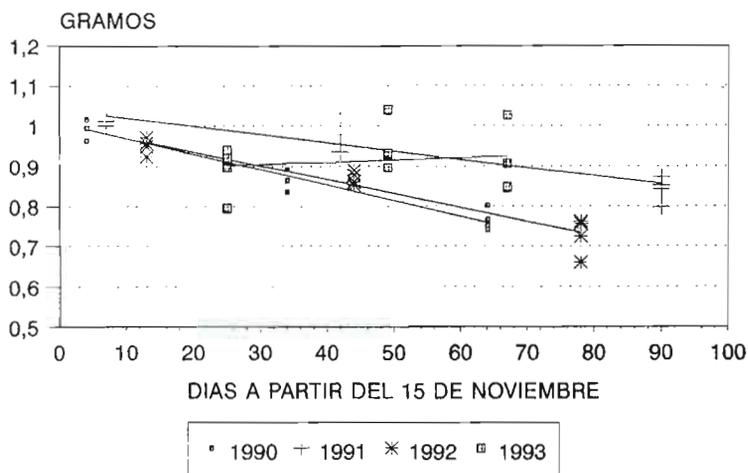
TESIS	M.B. vibrador - M.B. manual
1	$(1322,92 - (3 * K / R)) - 749,55$
2	$(1040,32 - (2 * K / R)) - 749,55$
3	$(889,71 - (2 * K / R)) - 749,55$
4	$(772,49 - (2 * K / R)) - 749,55$
5	$(666,16 - (K / R)) - 749,55$
6	$(837,63 - (K / R)) - 749,55$
7	$(736,73 - (K / R)) - 749,55$

Tabla 6. Formulas para el calculo de la diferencia entre margenes brutos, con los datos obtenidos en el ensayo.

K = Coste recolección con vibrador (PTS/hora)

R = Rendimiento horario de recolección con vibrador (árboles/hora)

Figura 3: PESO 1 ACEITUNA. EVOLUCION SEGUN FECHA DE RECOLECCION



LA GRANADELLA

- . Tipo de explotación
- Dimensión de la explotación
- Marco de plantación
- Orografía del terreno

. Nivel de subvención obtenido en la inversión.

. El tipo de máquina propulsora utilizada (tractor, máquina industrial), que determina diferentes:

- Costes de inversión.
- Rendimientos de trabajo.
- Gastos de mantenimiento.

En este caso, los costes horarios de recolección oscilan entre las 2.000 y las 5.000 pta/hora. Evidentemente el resultado económico de la recolección será distinto según sea la fórmula utilizada.

### EVALUACION ECONOMICA

Para el estudio económico de cada opción realizaremos la comparación entre los márgenes brutos obtenidos con la recolección mecánica y la recolección manual, para ver en qué tesis o estrategias de recolección es más rentable la utilización del vibrador respecto a la recolección manual. Para ello utilizaremos las siguientes fórmulas de cálculo.

Margen bruto = Producto bruto — Gastos variables

$$MB(\text{vibrador}) = (P * C / 100 * V) - (N * K / R)$$

$$MB(\text{manual}) = (P * V) - (P * M)$$

en donde:

P = Producción total de aceitunas (kg/árbol).

C = % de desprendimiento de aceitunas con el vibrador.

V = Precio de venta de las aceitunas incluidas las subvenciones (pta/kg).

M = Coste de la recolección manual (pta/hora).

N = Número de pasadas realizadas con la recolección mecánica.

K = Coste de recolección con vibrador (pta/hora).

R = Rendimiento horario de recolección con vibrador (árboles/hora).

Para las condiciones de las Garrigas, consideramos un valor de V de 100 pta/kg y un valor de M de 30 pta/kg. En recolección manual consideramos que p, es la media de las producciones obtenidas entre las tesis 5, 6 y 7, ya que la recolección manual se realiza a lo largo de toda la campaña de recolección. No se tiene en cuenta el coste del tractor y el remolque en el que se depositan las aceitunas para su posterior traslado al molino, ya que se considera que es del propietario de la finca, y en la recolección manual también tendría que ser utilizado.

Con estas consideraciones y con los resultados obtenidos en el ensayo podemos establecer las fórmulas de la Tabla 6, y a la vez confeccionar las figuras nº 4 y 5, en donde para diferentes rendimientos horarios de trabajo del vibrador, podemos obtener para cada tesis, los umbrales de utilización del vibrador con respecto a la recolección manual.

Las tesis 1 y 2 son siempre más rentables utilizando el vibrador que la recolección manual. En las tesis 3 y 6 la recolección mecánica es más rentable a partir de unos determinados rendimientos de trabajo (Figura 5) y según sea el coste horario de recolección (Figuras 6 y 7). Las tesis 4, 5 y 7 siempre son más rentables con la recolección manual que con vibrador.

**CONCLUSIONES**

En la zona de las Garrigas la tesis 1, en donde se recogen las aceitunas en las tres fechas ensayadas, es la que da mejores resultados desde el punto de vista de la pro-

ducción y sobre todo en el aspecto económico, mostrándose muy superior al resto de las tesis ensayadas.

En segundo lugar estaría la tesis 2 (recolección en dos pasadas en las dos primeras fechas), proporcionó una producción media de aceitunas similar a la de la tesis 1, y aunque no se consiguió un elevado porcentaje de caída, la cantidad recolectada por el vibrador también fué muy elevada, teniendo un menor coste de recolección, ya que se realizó una pasada menos de máquina vibradora.

Las tesis 3 y 6 solo deberían utilizarse en los casos en que se pueda obtener un elevado rendimiento horario, o cuando el coste de utilización de la máquina sea bajo.

A tenor de los resultados obtenidos, sería poco rentable la utilización del vibrador con las tesis de trabajo 4, 5 o 7, debido básicamente a que se recoge una cantidad inferior de aceitunas con la máquina vibradora.

Aparte de lo expuesto, cabría tener en cuenta que un mayor fraccionamiento de la recolección comportaría una mejor regula-

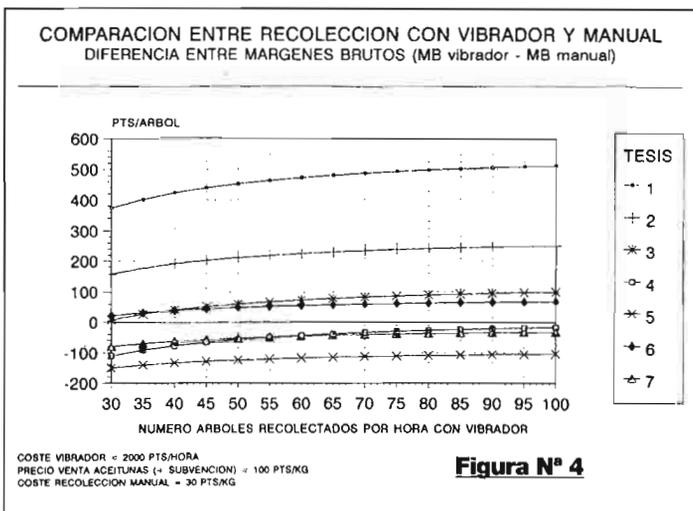
ción de la campaña de recolección y sobre todo de molturación en los molinos, por lo que podrían obtener aceites de diferentes características organolépticas (frutado, dulce, etc.).

**AGRADECIMIENTO**

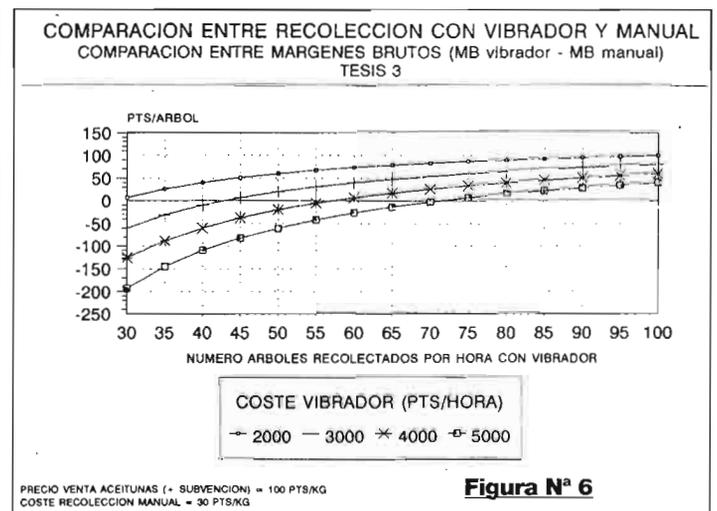
Queremos agradecer a la SAT «TREMOLI» de la Granadella, propietaria del vibrador con el que se ha realizado el ensayo, y al señor Ramón Romeu, propietario de la finca, sin cuya colaboración no hubiera sido posible el presente trabajo.

**BIBLIOGRAFIA**

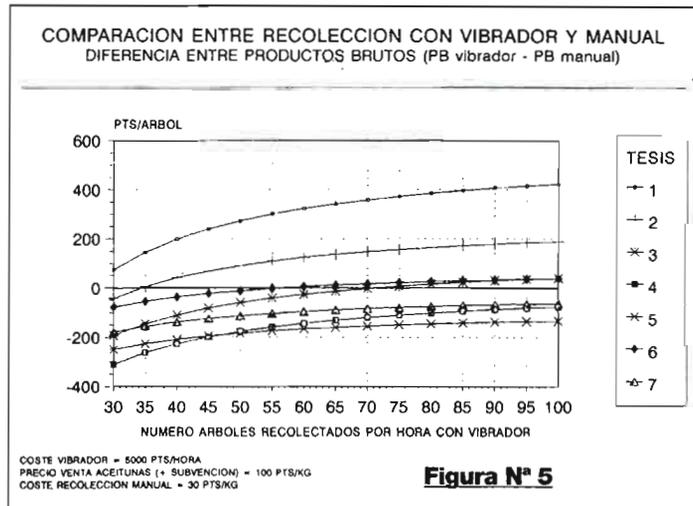
- ANTOGNOZZI, E., CARTECHINI, A., TOMBESI, A., PALLIOTTI, A. (1990). Transmission and efficiency of vibration on «Moraiolo» olive harvesting. Acta Horticulturae 286: 413-416.
- ANTOGNOZZI, E., CARTECHINI, A., TOMBESI, A., PROIETTI, P. (1990). Effect of cultivar and vibration characteristics on mechanical harvesting of olives. Acta horticulturae, 286: 417-420.
- NAVARRO, C. (1989). La vecería en el olivo. AGRICULTURA, 682:410-414.



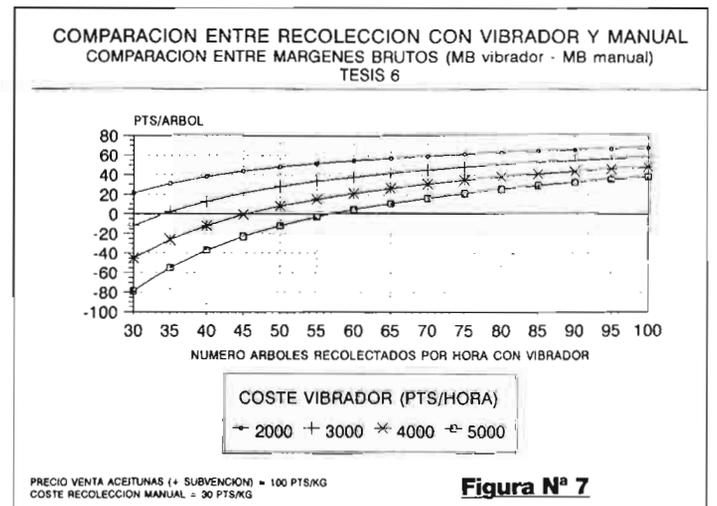
**Figura Nº 4**



**Figura Nº 6**



**Figura Nº 5**



**Figura Nº 7**