

Cómo mejorar la eficiencia y calidad en la recolección de la fruta

Ensayos para optimizar los sistemas de recolección en manzana y melocotón

El hecho de que la recolección de fruta sea una tarea eminentemente manual, hace que esté intrínsecamente ligada al coste salarial de la mano de obra. Pero además de los costes salariales, un problema creciente en los países productores donde existen alternativas más atractivas para los trabajadores (como la confección de productos agroalimentarios, la construcción o el turismo) es la escasa disponibilidad de mano de obra especializada. A todo ello hay que añadir la necesidad de realizar diferentes “pasadas” para cosechar la fruta en su estado óptimo de maduración y/o calidad, lo que supone un esfuerzo logístico importante.

Estanis Torres y Carlos Faro.

Programa de Fruticultura del IRTA (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria).

Una manera significativa de reducir costes de producción es mejorando la eficiencia en las tareas donde se requiere una elevada disponibilidad de mano de obra, como la cosecha. En cualquier cultivo de fruta dulce, la cosecha supone uno de los principales costes, significando un 30-40% de los costes totales. Esto se debe a que, para la mayoría de las frutas consumidas en fresco, hoy por hoy, la recolección manual es insustituible. A continuación, presentamos los resultados de dos estudios, uno en manzana y otro en nectarina, en donde se evaluaron diferentes sistemas de recolección.



Foto 1. Reparto tradicional de palés (izquierda) y uso del tren (derecha) para la recolección de fruta.

En definitiva, la mejora de la eficiencia y de las condiciones de trabajo durante la recolección de la fruta son aspectos de principal interés para los productores. La mejora de la eficiencia en el trabajo implica el estudio sistemático sobre la mejora de las posibles condiciones para realizar las tareas y el aumento de la productividad, combatiendo el mal aprovechamiento de la fuerza de la mano de obra y de las herramientas utilizadas, minimizando al máximo los movimientos improductivos. Se ha estimado que, dependiendo del cultivo y del sistema de formación, sólo el 40-60% del tiempo de un recolector está dedicado a cosechar la fruta del árbol. El resto del tiempo, el trabajador sube y baja de la escalera o trineo, la mueve o se desplaza para vaciar la fruta en el palot.

Parece pues obvio que, para aumentar la eficiencia de los recolectores y reducir

CUADRO I

CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS DE LOS ENSAYOS.

	Manzano	Melocotonero
Varietal	Golden	Tardina
Portainjerto	M9	GF-677
Marco de plantación	3,6 x 1,2	5 x 2,5
Sistema de formación	Doble eje	Vaso
Año de plantación	2011	2017
Superficie de evaluación	2.800 m ²	4.300 m ²

los costes de recolección, hay que eliminar o disminuir de alguna forma las partes no productivas del trabajo de la recolección. Para lograr esto, se han diseñado sistemas de producción intensivos y planos donde, además de acortar el período improductivo, se ha reducido la altura de los árboles y la distancia entre filas, para facilitar la tarea de recolección al no requerir escaleras y haciendo que la fruta esté más accesible al recolector.

Actualmente, en el valle del Ebro, el sistema de recolección más utilizado en las principales especies de fruta dulce (melocotón, manzana y pera), por lo que respecta a la logística de distribuir los palots por la parcela, es repartirlos previamente a la recolección, y una vez llenados por los operarios, retirarlos para gestionar el transporte al almacén. El reparto y retirada de los palots se suele realizar de forma mecanizada mediante elevadores

**CERATINEX®
ATRAYENTE**

**BIOCONTROL DE LA MOSCA DE LA FRUTA
Y DE LA MOSCA DEL OLIVO**

Atrayente alimenticio en pastillas que se disgregan en agua, para la captura de machos y hembras de *Ceratitis capitata*, *Bactrocera oleae* y otras moscas de la familia Tephritidae.

**ECONEX®
FEROMONAS Y TRAMPAS
Desde 1986**

900 502 401 • www.e-econex.com • PRODUCTOS FABRICADOS EN ESPAÑA

NOS VEMOS EN FRUIT ATTRACTION 2023
3-5 OCT 2023 • FEPEX • CERATINEX

Visítanos en el **STAND 7C20 - 7D20** PABELLÓN T

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification

SIGFITO PYME INNOVADORA

www.ceratinex.com

CUADRO II

MÉTODOS DE TRANSPORTE DE PALÉS Y DE RECOLECCIÓN DE FRUTA UTILIZADOS EN LA ACTIVIDAD DEMOSTRATIVA.

Transporte de palés	Sistema de recolección y vaciado en el palé
TRADICIONAL (distribución tractor + elevador)	Cubo + trineo para dos cubos Cesta recolectora
TREN (minitractor eléctrico)	Cubo + trineo para dos cubos Directo a palé Cesta recolectora



Foto 2. Recolección tradicional de melocotones con cubos y trineos (Fuente: película Alcarràs de Carla Simón, 2022).

acoplados al tractor. Para recolectar la fruta del árbol y llenar los palots de fruta se suelen utilizar cubos de 16 litros. Los operarios llenan los cubos de fruta y se desplazan hasta el palot para vaciarlos con cuidado. Sin embargo, la aparición de golpes y heridas suele ser recurrente en variedades sensibles. Cabe recordar que otro factor a considerar en la recolección son los daños en la fruta.

A continuación, presentamos los resultados de dos estudios, uno en manzana y otro en nectarina, en donde se evaluaron diferentes sistemas de recolección.

Sistema de recolección más eficiente

Tratamientos

El objetivo general del proyecto era ver si existen alternativas de bajo coste más eficientes en la recolección de manzanas y melocotones que el sistema tradicional de reparto de palots y recolección con cubo.

El primer estudio se realizó en una plantación en plena producción de manzana Golden, con un sistema de formación plano en doble eje y una densidad de plantación de 2.315 árboles/ha. El segundo estudio se llevó a cabo en una plantación comercial de nectarina de la variedad Tarderina, en formación en vaso y una densidad de plantación de 800 árboles/ha. Las características de las plantaciones de los dos estudios se muestran en el cuadro I.

En ambos estudios se evaluaron diferentes métodos de recolección a partir de la interacción entre los sistemas para repartir y desplazar los palots dentro de la plantación y los equipamientos o contenedores de que disponía el operario para

recolectar la fruta y verterla al palot. En el cuadro II se especifican los diferentes sistemas evaluados.

A continuación, se describe la metodología de cada uno de los sistemas evaluados para el transporte y manipulación de los palots y recolección de la fruta. En cuanto a los sistemas de transporte y manipulación de los palots, son los siguientes:

- **Tradicional** (reparto con tractor y elevador). Este sistema es actualmente el más utilizado por la mayoría de los productores del valle del Ebro, y consiste en, previamente a entrar a cosechar, repartir los palots por las calles con un elevador (autopropulsado o, más frecuentemente, enganchado al tractor) haciendo una estimación de la cosecha presente en los árboles. Durante la recolección se ajusta manualmente la posición del palot según las necesidades. Durante la jornada o cuando se ha terminado de cosechar, el tractorista los repliega con el tractor y el elevador para dejarlos en la plaza o cargar en el remolque o camión (foto 1).
- **Tren** (con tractor o minitractor eléctrico). Consta del arrastre, habitualmente por un tractor, de una serie de módulos de pequeños remolques, que pueden llevar uno o dos palots, pegados uno detrás del otro en forma de tren. Este sistema está diseñado para reducir el tiempo de manipulación de los palots dentro de la plantación y la distancia entre los recolectores y el palot disponible para verter la fruta, por lo que se disminuyen los movimientos improductivos. Como alternativa al tractor, para el arrastre han aparecido en el mercado minitractores eléctricos que pueden remolcar de 10 a 12 unidades, haciendo que la cosecha sea más eficiente. Este sistema está causando mucho interés por ser una máquina eléctrica y ecológica (foto 1).



Foto 3. Recogida de la fruta con cesta recolectora.

En cuanto a los sistemas de recolección y vaciado de la fruta al palot, son los siguientes:

- **Cubo y trineo.** El uso de cubos de 16 l es el sistema tradicional para cosechar la fruta en nuestra región. Un sistema práctico y barato, pero no exento de algunos inconvenientes, principalmente los golpes que puede recibir la fruta si el operario no es especialmente cuidadoso, o la necesidad de “patinetes” o “trineos” de apoyo para facilitar el desplazamiento de los cubos y evitar que el recolector tenga que agacharse para depositar la fruta en el cubo (**foto 2**).
- **Cesta recolectora.** Este es el sistema más extendido en el resto del mundo, pero con muy poca presencia en nuestro país. Consiste en la utilización de cestas robustas, habitualmente con una ligera carcasa de aluminio protegida con un recubrimiento de PVC. Llevan un sistema de cintas para su sujeción que disminuye la presión sobre la espalda y las hacen confortables para el operario. Mediante este sistema, el operario tiene en todo momento las dos manos libres para la recolección de la fruta, au-

mentando su eficiencia. Además, al estar las cestas enfundadas en goma espuma, la fruta suele estar más protegida de los golpes. Son de fácil vaciado mediante un largo saco en la parte inferior de la cesta que frena la rotación de los frutos reduciendo golpes y daños, todo ello sin que el operario tenga que desprenderse de la cesta. Según los modelos, el saco puede ser en PVC o tela muy robusta. La capacidad de la cesta se puede elegir de 16 o 12 kg según la envergadura del operario (**foto 3**).

- **Directo a palot.** En especies o variedades especialmente sensibles a los golpes, recolectar la fruta del árbol directamente al palot, sin utilizar cubos o cestas, puede ayudar a reducir los daños por golpes. Sin embargo, la eficiencia en términos de tiempo de recolección puede verse significativamente afectada por la anchura de la calle y el sistema de distribución y reparto de palots. De hecho, la recolección directa a palot es un sistema pensado para un sistema de remolque de palots en tren y marcos de plantación ajustados (**foto 4**).

Material y método

Diseño experimental

El planteamiento de los dos estudios se realizó con el objetivo de demostrar si el uso del tren para la movilización de palots y el uso de la cesta tipo mochila para la recolección de la fruta pueden mejorar el rendimiento de la recolección en plantaciones de manzano intensivas en espaldera y plantaciones de melocotonero semi-intensivas en vaso, en comparación al sistema tradicional estático de reparto de palots con tractor y elevador junto con la utilización de cubos con trineo o la recolección directa a palot.

Cada sistema fue utilizado por un grupo de cuatro operarios más el tractorista. Durante una jornada de trabajo de seis horas se cuantificó el rendimiento de recolección de cada una de las combinaciones de los sistemas evaluados. Además, se cuantificó el grado de movimiento (pasos) de los operarios mediante la utilización de podómetros con el objetivo de relacionar el rendimiento en función del movimiento registrado en cada sistema (**foto 5**).

Cada hora, aproximadamente, se cuantificó la producción recolectada (nú-



Foto 4. Recolección directa al palé.



Foto 5. Detalle del podómetro en la cintura y en la muñeca en uno de los operarios para monitorizar el movimiento.

mero de palots recolectados) por cada grupo de operarios. Con los datos recogidos se realizó el cálculo del rendimiento (kg/hora) y de la relación del número de movimientos y eficiencia productiva (movimientos/kg y movimientos/h). Además, a partir de los resultados obtenidos en el estudio en melocotonero, se realizó un estudio económico

Resultados

Rendimiento productivo

En la plantación de manzanos, el desplazamiento de palots con tren incrementó

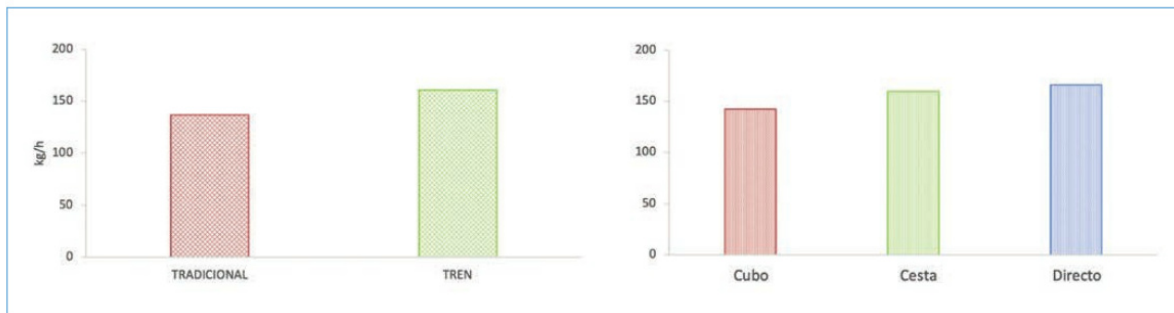
un 15% el rendimiento de la recolección respecto a la distribución tradicional (161 vs. 137 kg/h). Entre los sistemas de recolección y vaciado de la fruta, la cesta obtuvo el rendimiento más alto (160 kg/h), seguido de la recolección directa a palot (152 kg/ha) y, por último, el método tradicional mediante el uso de cubo y trineo (142 kg/h) (figura 1).

En melocotonero, el tren incrementó un 11% el rendimiento de la recolección respecto a la distribución tradicional (239 vs. 216 kg/h). Entre los sistemas de recolección y vaciado de la fruta, el sistema con cesta obtuvo el rendimiento más alto

(264 kg/h), seguido del cubo (216 kg/ha) y, por último, la recolección directa a palot (187 kg/h) (figura 2).

Si comparamos cada una de las posibles combinaciones entre los sistemas de reparto y transporte de palots y los sistemas de recolección y vaciado de la fruta, en el estudio en manzana, la combinación tren/cesta registró los valores más altos de rendimiento de recolección (166 kg/h), seguida muy cerca de la combinación tren/cubo (164 kg/h). La combinación tren/directo a palot mostró resultados similares a la combinación de reparto de palots tradicional y la recolección con cesta (tra-

FIG. 1 Rendimientos en manzano según el sistema de reparto y transporte de palots (izquierda) y según el sistema de recolección y vaciado de la fruta (derecha).



dicional/cesta) (152–153 kg/h). Por último, el sistema tradicional/cubo registró los valores de rendimiento más bajos (121 kg/h) (figura 3).

En el estudio en melocotón, se observaron tendencias similares a las observadas en manzano pero con algunas diferencias. El sistema tren/cesta registró el rendimiento de recolección más alto (297 kg/h), seguido del tren/cubo y tradicional/cesta, los dos sin apenas diferencias (232–230 kg/h) (figura 3). En este caso, el sistema de recolección directo a palot registró los valores de rendimiento más bajos (187 kg/h) poniendo en evidencia la necesidad de marcos de plantación estrechos para el uso de este sistema (figura 3).

Eficiencia de los movimientos

Una de las principales causas en las diferencias de los rendimientos de los sistemas evaluados estaría relacionada con la movilidad del operario, tanto en la ejecución de la recolección de la fruta del árbol como en su vaciado al palot. El estudio de la eficiencia del movimiento permite detectar el grado de movimientos no productivos (no dedicados estrictamente a la recolección), como el desplazamiento para el vaciado, movimiento de trineos o escaleras, giros improductivos, etc. Cuanto más tiempo y esfuerzo tenga que dedi-



La acumulación a lo largo de la jornada de micromovimientos destinados a la recolección de la fruta del árbol y dejarla en el cubo o la cesta, puede reducir significativamente el rendimiento del operario.

car al trabajador a movimientos no productivos, menos eficiente será la recolección. En definitiva, la eficiencia del movimiento y la eficacia del mismo permite a los trabajadores potenciar su rendimiento.

En el estudio en manzano, en general, el tren redujo en más del 50% el movimiento en pasos necesarios para recolectar 1 kg de fruta. Dicha reducción de movimiento improductivo para el vaciado al palot explicaría el mayor rendimiento de este sistema respecto al sistema tradicional. En el estudio en melocotonero, el sistema con tren redujo un 26% el

movimiento en pasos necesarios para recolectar 1 kg de fruta en comparación al sistema tradicional. El menor grado de reducción de movimientos en melocotonero, respecto al manzano, se debió a una mayor distancia entre las filas de los árboles (figura 4).

En ambos cultivos, la cesta requirió, en comparación al cubo y trineo, la realización de un mayor número de pasos por kg de fruta recolectada e independientemente del sistema de reparto y distribución de palots utilizado. Esto se debe a que el trineo permite llenar dos cubos simultáneamente.

Pero ¿por qué la cesta fue el sistema de recolección más eficiente si requirió más pasos por kg de fruta? La explicación la encontramos en la ergonomía de la cesta y la reducción de micromovimientos improductivos del torso, brazos y manos por parte del operario. La disposición de la cesta, en paralelo entre el trabajador y la fila de árboles, así como su sujeción y altura, permite reducir la distancia entre la fruta a cosechar y el contenedor donde depositarla. Todo ello contribuye a que el operario pueda utilizar sistemáticamente las dos manos para la recolección. Por consiguiente, aumenta la agilidad del operario en la recolección de la fruta y se reducen los movimientos improductivos realizados para recolectar la fruta y depositarla en la

FIG. 2 Rendimientos en melocotonero según el sistema de reparto y transporte de palot (izquierda) y según el sistema de recolección y vaciado de la fruta al palot (derecha).

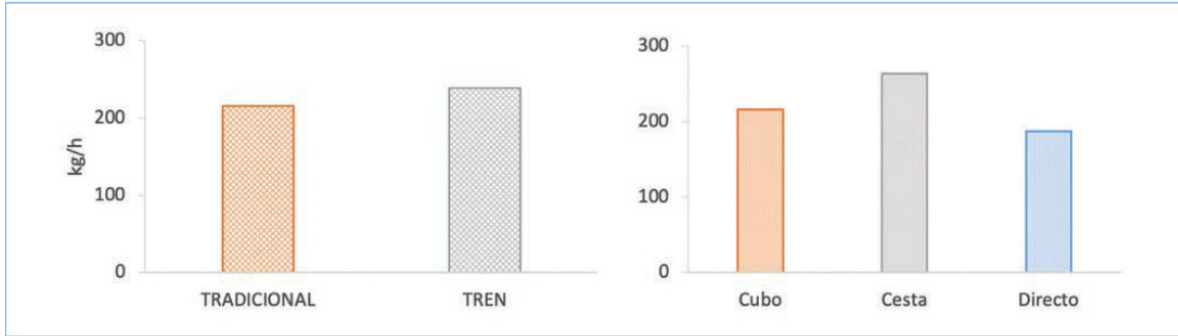
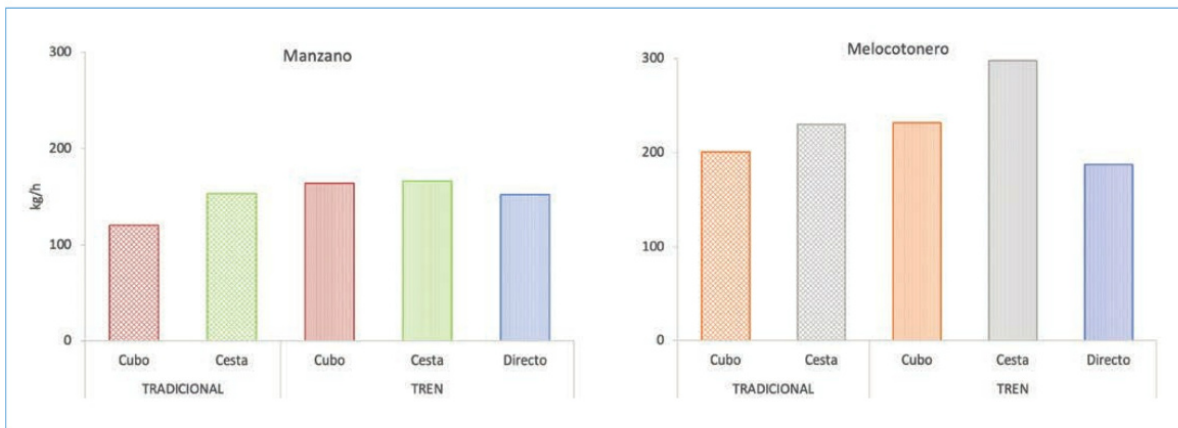


FIG. 3 Rendimientos según las diferentes combinaciones de sistemas de reparto y distribución de palots y de recolección y vaciado.



cesta. En definitiva, la acumulación a lo largo de la jornada de micromovimientos destinados a la recolección de la fruta del árbol y dejarla en el cubo aunque no implique desplazamientos y parezcan poco relevantes, reducen significativamente el rendimiento del operario.

La recolección mediante la combinación tren/directo a palot registró un número de pasos similar al tren/cubo con trineo. Esto se debió, en parte, a que las distancias entre el palot y el árbol no estaban optimizadas para el sistema tren/directo y, consecuentemente, el trabajador, después

de recolectar la fruta del árbol, hacía un mayor desplazamiento para depositarla en el palot. Cabe remarcar que el sistema directo a palot podría obtener mejores resultados en plantaciones con marcos de plantación más ajustados donde se redujera la distancia entre el palot y la fila de árboles y, en consecuencia, los desplazamientos destinados a depositar la fruta al palot.

Estudio económico

La simulación de los costes de recolección se hizo en el estudio en melocotonero, con

una variedad de melocotón con un potencial de producción de 30 t/ha. Se contempló un coste de alquiler de 3,5 € por día de maquinaria (dos trenes de cuatro remolques, uno para recolectar y otro de sustitución). El coste de la mano de obra se contabilizó en 10 €/h (**cuadro III**). Con estos datos, la recolección con cesta fue la más económica, independientemente del sistema de reparto de palots (1.364 –1.304 €/ha), seguida de la recolección con cubo mediante el sistema tradicional (1.493 €/ha) y la recolección con cubo y tren (1.746 €/ha). Por último, la recolección directo a

FIG. 4 Movimientos medidos con podómetro por kg de fruta recolectada según las posibles combinaciones entre los sistemas de reparto y distribución de palots.



CUADRO III
ESTUDIO ECONÓMICO PARA UNA VARIEDAD DE MELOCOTÓN CON POTENCIAL PRODUCTIVO DE 30 t/ha.

	Directo	Tren Cesta	Cubo	Tradicional (estático)	
				Cesta	Cubo
Coste tren (€/h)	3,5	3,5	3,5	-	-
Coste mano de obra (€/h)	10	10	10	10	10
Rendimiento (kg/h)	187	297	232	230	201
Rendimiento (h/ha)	160	101	129	130	149
Coste (€/ha)	2.166	1.364	1.746	1.304	1.493

palot supuso el coste de recolección más elevado (2.166 €/ha).

Un sistema de formación y un marco de plantación intensivos mejorarían los resultados del tren. Cabe destacar que el tren puede aportar otras ventajas relacionadas con la logística de reparto de los palots, especialmente en plantaciones de gran superficie. Otros factores como el tiempo de preparación, reparto y/o cambios de palots, no se han considerado al estar estrechamente relacionadas con las características de la plantación (superficie, distancia entre almacén y plantación, etc.). Además, la adquisición o compra de los trenecitos, en lugar del alquiler tal como se ha considerado en este supuesto, podría también acortar las diferencias económicas. Aún con todo, consideramos que los resultados obtenidos son un buen punto de partida para decidir el sistema más

eficiente adaptado a las condiciones de cada plantación.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- En los dos estudios, el tren permite alcanzar rendimientos de cosechas (kg cosechados/hora) superiores al reparto y desplazamiento tradicional de palots con tractor y elevador, gracias a una reducción de los desplazamientos que debe realizar el operario para el vaciado de cubos al palot. No obstante, el coste de alquiler de los remolques puede hacer que económicamente sea menos rentable.
- Los mejores rendimientos del operario se obtuvieron con la cesta. Aunque la cesta requirió, respecto al cubo y

trineo, un mayor número de desplazamiento para el vaciado al palot, la eliminación de movimientos improductivos durante la recolección la hacen el sistema más eficiente para recolectar la fruta. Todo ello hace que la utilización de cestas suponga un ahorro en el coste de la recolección respecto a los sistemas actuales.

- La recolección directo a palot no supuso una mejora en el rendimiento de la recolección. No obstante, es un sistema para considerar en variedades sensibles para la reducción de daños o golpes de acuerdo a los resultados obtenidos en otros estudios (Costa *et al.*, 2010). ■

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a Joan Pijoan, director técnico de Nutriconsell SL, a Eduard Argiles, de la empresa Argilés Disseny i Fabricació SL, a David Solans, socio de la Cooperativa Fruitera de Corbins, ya Xavier Maimó de la empresa Maimó Fruits SL, por su colaboración en la realización de este trabajo. También agradecer a Pere Ripoll, estudiante en prácticas, su ayuda.

Esta actividad forma parte del proyecto demostrativo "Mejora del rendimiento de la recolección de frutos (RECFRUIT)", financiado a través de la Operación 01.02.01 de Transferencia Tecnológica del Programa de desarrollo rural de Cataluña 2014-2020.

BIBLIOGRAFÍA

Costa C., Vilardell P., Asin L. 2010. Daños por golpes en la recolección de manzana. IRTA XV Jornada Frutícola, p. 9-20.