

Control y reducción de daños mecánicos en la manipulación de frutos cítricos

F. GARCÍA GARCÍA¹, M. RUIZ-ALTISENT¹, F. RIQUELME BALLESTEROS²

INTRODUCCIÓN

Durante las operaciones de recolección, transporte y manipulación de frutas y hortalizas se producen inevitablemente lesiones que progresivamente se acumulan sobre cada uno de los frutos, resultando disminuida su calidad, y por tanto su valor comercial. Los mercados actuales, tanto nacionales como internacionales, demandan frutas de alta calidad. Uno de los aspectos que constituyen esa calidad es la apariencia externa del producto, y dentro de ésta la ausencia de daños mecánicos, heridas, defectos de coloración etc. Es por tanto necesario revisar todos aquellos factores y procesos que afectan al producto, desde el momento de la recolección hasta la llegada del producto a manos del consumidor, con el fin de reducir las cuantiosas pérdidas (alrededor del 20% de la cosecha), debidas a la aplicación de diferentes tipos de cargas mecánicas (impacto, compresión, fricción, etc) a lo largo de los procesos, y mejorar el aspecto externo del fruto.

Son bien conocidas las consecuencias del estado actual de los procesos de recolección y post-recolección a nivel de fruto. Cuando un fruto es sometido reiteradamente a cargas mecánicas exteriores, éste induce una respuesta fisiológica de auto-defensa y, como consecuencia, puede desencadenar en los tejidos cambios tales como envejecimiento acelerado, degeneración y degradación. Todas estas reacciones redundan indiscutiblemente en las pérdidas de calidad arriba mencionadas.

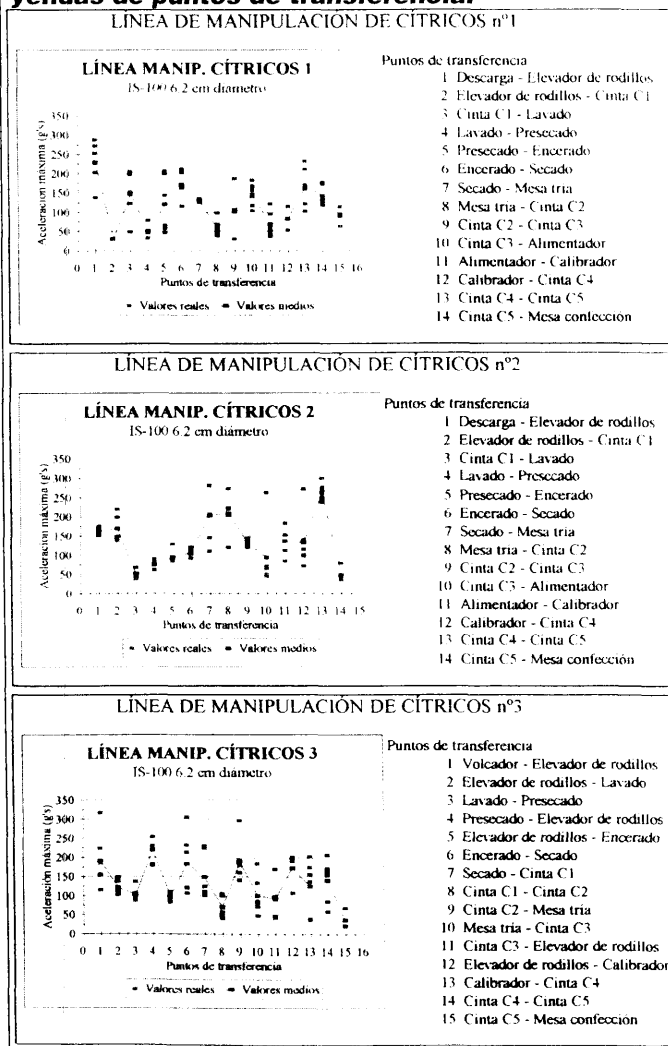
Una vez definido el problema, es necesario conocer en detalle las causas, los procesos en sí mismos, ser capaces de detectar los puntos potencialmente peligrosos en los que los frutos están expuestos a impactos, compresiones y otras situaciones de estrés mecánico, cuestión que hasta hace poco ha sido mal resuelta. Hasta ahora la detección y caracterización de los puntos críticos se venía realizando de un modo intuitivo, basado en la simple observación de la ejecución de las operaciones por parte del responsable de cada proceso. Actualmente, con la ayuda de los frutos electrónicos simulados, es posible realizar la evaluación de cualquier procedimiento de forma rápida, precisa y objetiva. El desarrollo de los frutos electrónicos viene a cubrir una demanda del sector, tanto de los productores como de los agentes de comercialización, que necesitaban un método objetivo para la evaluación de los procedimientos y líneas de manipulación. Agencias de extensión agraria y algunas cooperativas han mostrado interés por estos dispositivos, empleándolos para la detección de puntos críticos en sus instalaciones. Incluso algunos agentes de grandes cadenas de supermercados han empezado a solicitar "certificados de calidad" de las líneas que manipulan los productos que ellos comercializan como garantía de su calidad.

Los frutos electrónicos IS-100

Los frutos electrónicos son dispositivos que se asemejan a la fruta natural, en masa, forma y tamaño, que son capaces de detectar en qué momento el fruto está recibiendo un impacto y de cuantificar la intensidad de ese impacto, a lo largo de cualquier proceso de recolección, transporte o confección. Deben parecerse a los frutos cuyos procesos de manipulación son estudiados para que, a lo largo de los mismos, reproduzcan con la máxima fiabilidad el tipo de movimiento y trayectoria que sigue un fruto cualquiera en esas mismas circunstancias.

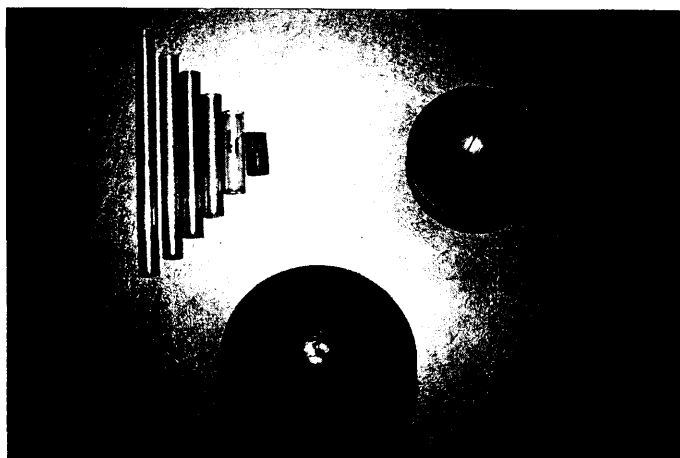
Figura 1

Perfiles de intensidad de impacto en tres líneas de manipulación de cítricos, con sus respectivas leyendas de puntos de transferencia.



8º Symposium

LA CALIDAD DE LOS FRUTOS CÍTRICOS EN POST-RECOLECCIÓN



Frutos electrónicos IS-100. El empleado en los ensayos es el de menor diámetro.

Aunque existen varios modelos de frutos, el IS-100 es el más ampliamente usado y aceptado. El IS-100 (foto 1) localiza el lugar y momento en el que se produce el impacto, cuantifica la intensidad del mismo y además es capaz de identificar, desde el punto de vista de su dureza, el tipo de material contra el que está impactando.

El IS-100 está dotado de un acelerómetro triaxial, un reloj, una batería interna recargable y una memoria. Para cada impacto registra la aceleración máxima (medida en g's, tomando como unidad la aceleración de la gravedad), la duración del impacto (ms) y un parámetro que mide la dureza del material contra el que ha impactado. La intensidad de impacto es asimilable a la variable "aceleración máxima"; cuanto mayor es la aceleración máxima registrada, más intenso habrá sido el impacto. El IS-100 utilizado en este ensayo presenta forma esférica, pesa 114,7 gr y tiene un diámetro de 6,2 cm.

Los frutos electrónicos constituyen un medio para la detección de puntos críticos, pero en sí mismos no proporcionan información sobre las consecuencias que esos puntos conflictivos provocan sobre los frutos. Para ello es necesario realizar ensayos de calibración que relacionen la información que proporciona el fruto electrónico al recibir una serie de impactos, con los daños que aparecen sobre los frutos al aplicárseles impactos de idénticas características. Se han establecido los umbrales de daño máximo permitido para fruta de pepita y de hueso, aunque todavía no para cítricos. Para la determinación del umbral en cítricos es necesario diseñar un ensayo que reproduzca una fricción, es decir la aplicación de una carga que combine impacto y movimiento de traslación y/o rotación. Además la normativa comunitaria no establece límites numéricos de daños, sólo contempla valoraciones cualitativas de los mismos.

Tabla I

Clases de daño. Dimensión de las magulladuras

Categoría de daño	Tipo de daño	
	superficial	longitudinal
a	s.m. < 0.5 cm ²	l.d. < 1 cm
b	0.5 £ s.m. < 1 cm ²	1 £ l.d. < 2 cm
c	s.m. ≥ 1 cm ²	l.d. ≥ 2 cm

s.m.: superficie de magulladura
l.d.: longitud del daño longitudinal



Volcador de torsión de cajas de campo de 20 kg.

Estado actual de las líneas de manipulación de cítricos

En el marco del Proyecto PETRI "Calidad de Frutas: Transferencia de Mejoras en las Técnicas de Recolección y Postrecolección en Cooperativas de Producción de Murcia", en el que colaboran el Departamento de Ingeniería Rural de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid, el CEBAS-CSIC de Murcia y la Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia (FECOAM), se ha realizado un estudio en profundidad de varias líneas de manipulación, cinco de las cuales trabajan fundamentalmente con cítricos, pertenecientes a Cooperativas asociadas a la citada Federación.

El ensayo en cada línea se repitió al menos 6 veces, con el fin de que los resultados fueran representativos y fidedignos.

El ensayo de cada línea se realizó según la siguiente secuencia: a) Observación de la línea de manipulación y envasado. Dibujo de un croquis de la misma. b) Cronometraje de la línea. Toma de tiempos de paso de la esfera en todos los puntos de transferencia (transiciones entre elementos consecutivos). c) Toma de datos: Poner la IS-100 al principio de la línea y dejar que realice todo el recorrido junto al resto de frutos. Anotar tiempos de paso por cada punto de transferencia con un reloj externo. d) Análisis de datos: Identificación de impactos (magnitud, lugar, tipo, etc).

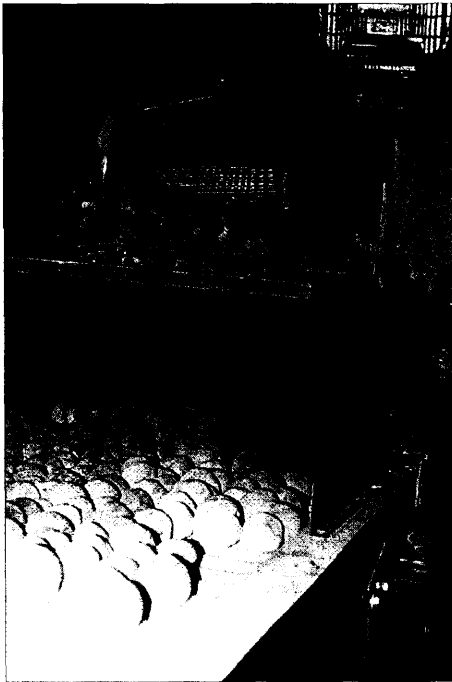
Con el fin de estudiar la incidencia de una línea de manipulación sobre el producto, se realizó un estudio sobre la interacción entre líneas de manipulación y tres variedades de naranja (Navelina, Salustiana y Washington Navel).

Siguiendo la norma UNE 34-117-81, ISO 874: Frutas y verduras frescas. Muestreo., se establecían dos muestras del mismo tamaño con fruta recién recolectada procedente de la misma partida. La primera muestra se constituía en el momento de la recepción de la fruta en el almacén, procedente del campo. Esta primera muestra es el testigo, no será sometida a ninguna operación. La segunda muestra está constituida por fruta que ya ha atravesado la línea de manipulación. Tendremos por tanto, dos muestras, una sin manipular y otra manipulada.

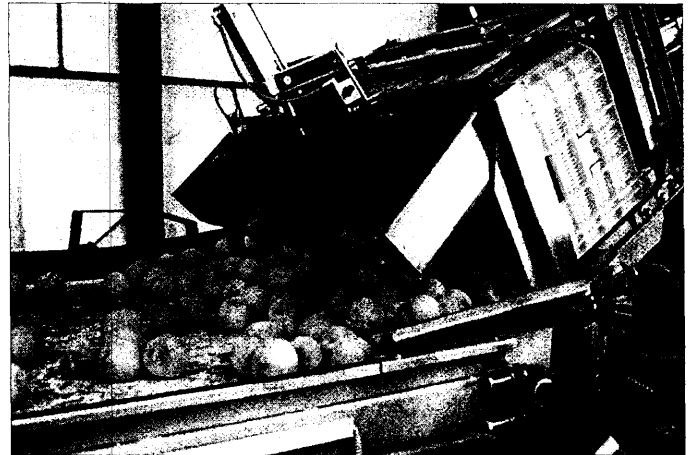
Se procede a continuación a la observación individual de cada elemento integrante de la muestra (fruto), contabilizando todos los daños longitudinales y superficiales que presentan, clasificándolos en las categorías de daño recogidas en la tabla 1. Ambas muestras se almacenan durante 48 h a 20 °C y se realiza una nueva observación de daños. Se observa el desarrollo de algunas magulladuras detectadas el primer día y la exis-

8º Symposium

LA CALIDAD DE LOS FRUTOS CÍTRICOS EN POST-RECOLECCIÓN



Volcador de torsión de cajas de campo equipado con un rodillo accionado de cerdas largas (elemento decelerador).



Volcador hidráulico de cajas de campo.

tencia de nuevos daños no presentes en la primera observación.

En la figura 1 pueden observarse los perfiles de intensidad de impacto de los puntos de transferencia de las líneas de manipulación de cítricos 1, 2 y 3, así como las leyendas correspondientes a los puntos de transferencia de cada línea, a los que se hace referencia en la misma figura. A pesar de la alta variabilidad que presentan estas medidas, puede afirmarse que las intensidades de impacto registradas en las tres líneas son muy superiores a lo deseable. Como valor de referencia puede decirse que, en fruta de hueso, un impacto de 50 g's provoca una magulladura de 50 mm², lo que supondría su clasificación como fruta de Clase 2, categoría no exportable. Para fruta de pepita este umbral se sitúa entorno a los 80 g's.

Aunque no se conoce el umbral de daños para cítricos, la figura 2 muestra porcentajes altos de frutos que como mínimo presentan un daño superficial superior a 50 mm². Se observa siempre una mayor proporción de frutos dañados entre los manipulados frente a los que no han sido sometidos a manipulación, con el agravante de que entre ambos tipos se ha realizado una tria en la línea, y parte de los frutos dañados han debido ser retirados.

Como consecuencia de estos dos aspectos deben emprenderse actuaciones de diversa naturaleza para reducir la incidencia de daños en los frutos.

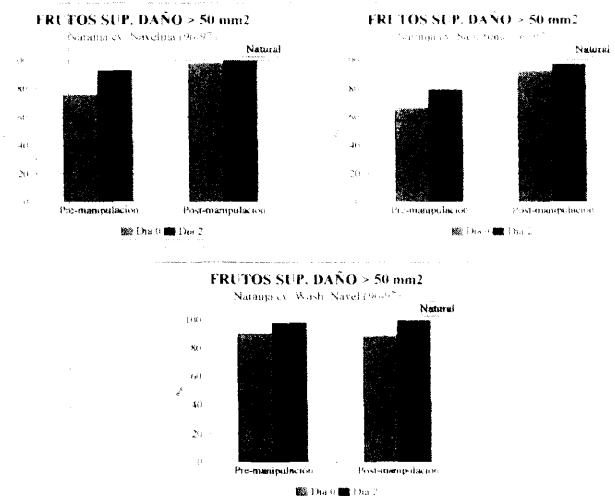
Mejoras en el diseño de los elementos

El diseño, estado de funcionamiento y/o mantenimiento de la maquinaria de manipulación deben revisarse. Para cada una de las operaciones que es necesario realizar a lo largo de la manipulación, existen diferentes diseños y regulaciones posibles que, con absoluta certeza, las convertirían en operaciones no peligrosas (intensidad de impacto < 50 g's). La operación de volcado de la fruta procedente del campo, normalmente en envases de plástico de 20 kg, es un claro ejemplo de ello, como puede observarse en las fotografías 2 a 4. Las fotos 2 y 3 corresponden a un volcador de torsión y la foto nº 4 a un volcador

hidráulico. El elemento que aparece en la foto 2 vierte la fruta directamente sobre una cinta transportadora o elevador. En estas líneas, los valores medios de aceleración máxima registrados oscilan entre 97,3 y 300,3 g's, habiéndose registrado en alguna ocasión impactos cercanos a 400 g's. Un volcador de idéntico diseño pero equipado con un rodillo con cerdas largas accionado, que absorbe y envuelve la fruta en su transición hacia el siguiente elemento se refleja en la foto 3. Con la incorporación de este dispositivo en la línea, los valores medios registrados por la IS-100 son 57,9 y 77,0 g's, lo cual supone una reducción cuantitativa sustancial respecto al primero de los modelos comentados. La foto 4 muestra el volcador hidráulico. El valor medio de este elemento es de 28,1 g's, muy por debajo del umbral de riesgo.

Figura 2

Porcentajes de frutos, manipulados y no manipulados, con al menos un daño superficial superior a 50 mm², observados bajo iluminación natural, días 0 (recolección) y 2 (a las 48 horas).



8º Symposium

LA CALIDAD DE LOS FRUTOS CÍTRICOS EN POST-RECOLECCIÓN

Mejoras en la regulación y mantenimiento de la maquinaria

La transferencia cinta transportadora - elevador de rodillos (de PVC o aluminio) está presente en la mayoría de las líneas estudiadas, apareciendo en alguna de ellas en más de una ocasión. En función de la regulación que se establezca para cada uno de estos puntos de transferencia se obtienen intensidades de impacto diferentes, que varían entre 80,3 y 166,3 g's para las líneas de cítricos.

Estos datos demuestran la especial atención que debe prestarse a los reglajes periódicos de la maquinaria. Los reglajes deben afectar a las velocidades de trabajo de los elementos, alturas de caída, separación entre dispositivos deceleradores y elementos entre los que se suelen instalar, etc.

Otro ejemplo que confirma las deficiencias en el aspecto del reglaje es la falta de continuidad en el flujo de fruta. Frecuentemente las mesas de confección reciben más fruta de la que el personal envasador es capaz de absorber, de forma que se produce una acumulación excesiva de producto en las cajoneras y esto obliga a estar conectando y desconectando toda la máquina continuamente, desde el primer elemento hasta el último. Esto se traduce indefectiblemente en aceleraciones y deceleraciones indeseables, verdadera fuente del daño.

Por último, sólo dos cuestiones de suma importancia: la reposición del material de acolchamiento y la limpieza de forma periódica y constante, son cuestiones a cuidar para eludir daños y posibles infecciones microbiológicas, es decir, son medios para aumentar la calidad de la fruta y reducir las numerosas pérdidas que provocan las líneas actuales.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a las cooperativas Agraria del Guadalentín, Ciezana de Frutas, SAT Frutos Librilla, El Limonar de Santomera, La Molinense y El Valle de Abarán, a FECOAM (Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia), así como al personal auxiliar del CEBAS-CSIC y del Departamento de Ingeniería Rural de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid, que han colaborado en la realización de estos trabajos, financiados por la CICYT en el proyecto PTR94-0082.

1: Lab. Propiedades Físicas.
Dpto. Ing. Rural. E.T.S.I. Agrónomos (U.P.M.)
2: Dpto. Ciencia y Tecnología de Alimentos.
CEBAS-CSIC (Murcia)
