

Detección de puntos críticos en líneas de manipulación de fruta

■ F. GARCIA GARCIA - ING. AGRONOMO
 M. RUIZ ALTISENT
 DR. ING. AGRONOMO LAB. PROPIEDADES
 FISICAS. DPTO. ING. RURAL E.T.S.I.
 AGRONOMOS (U.P.M.)
 F. RIQUELME BALLESTEROS
 DR. ING. AGRONOMO DPTO. CIENCIA
 Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS CEBAS-CSIC
 (MURCIA)

INTRODUCCION

Durante las operaciones de recolección, transporte y manipulación de frutas y hortalizas se producen inevitablemente lesiones que se van acumulando sobre cada uno de los frutos, resultando disminuída su calidad, con el detrimento de valor comercial que ello supone. En el mercado actual, tanto nacional como internacional, se detecta un exceso de oferta de cualquier especie o variedad y las claves del éxito comercial, además de la producción de fruta de primor, se centran en la producción de frutas de alta calidad, para las cuales existe una demanda que el mercado actual no es capaz de satisfacer. Si yuxtaponemos esta realidad a la necesidad de reducir las cuantiosas pérdidas por daños mecánicos, pudriciones, etc. -alrededor del 20% de la producción-, se hace patente la necesidad de revisar todos aquellos factores y procesos que atañen a dicha calidad, desde el momento de la recolección en el árbol hasta la llegada del producto a las manos del consumidor.

Para alcanzar estos dos objetivos -reducción de pérdidas y producción de fruta de calidad- deben trazarse actuaciones paralelas y complementarias. En este artículo nos centramos en el análisis y propuesta de actuaciones sobre el primero de los objetivos. En cuanto al segundo objetivo, solo una pequeña apreciación: la producción de fruta de calidad pasa indiscutiblemente por el ajuste de las fechas de recolección a las necesidades de cada variedad, consiguiéndose así fruta con las características organolépticas correspondientes a cada una de ellas.

Son bien conocidas las consecuencias del estado actual de los procesos de recolección y post-reco-

lección a nivel de fruto. Cuando un fruto es sometido reiteradamente a cargas exteriores, induce una respuesta fisiológica de autodefensa para reducir las pérdidas de agua y las infecciones microbiológicas, además de desencadenarse un envejecimiento acelerado y/o la degeneración y degradación de los tejidos. Todas estas reacciones redundan indiscutiblemente en las pérdidas arriba mencionadas.

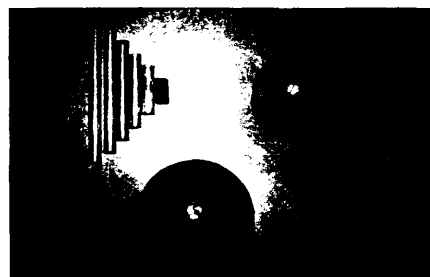
Una vez definido y delimitado el problema, es necesario conocer en detalle las causas, los procesos en sí mismos, ser capaces de detectar los puntos potencialmente peligrosos en los que los frutos están expuestos a impactos, compresiones y otras situaciones de estrés mecánico, lo cual, hasta hace poco, ha sido una cuestión 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 comercializadores, que buscaban un método objetivo para la evaluación de la maquinaria. Agencias de extensión agraria y algunas cooperativas han mostrado su interés por estos dispositivos, empleándolos para detectar los puntos críticos de 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 ELECTRONICOS IS-100

Los frutos electrónicos son unos 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 así como 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 posible el movimiento o trayectoria que seguiría un fruto cualquiera.

Aunque existen varios modelos de frutos electrónicos, basados en diferentes principios físicos -eléctricos o mecánicos-, el IS-100, modelo desarrollado por un equipo investigador de la Universidad de Michigan, es el más ampliamente usado y aceptado, y es el que se ha empleado para realizar los ensayos. 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 el tipo de material contra el que el fruto está impactando, desde el punto de vista de su dureza.



Frutos electrónicos IS-100 (rojo y naranja).

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. Las IS-100 presentan forma esférica, existiendo modelos de dimensiones diferentes. Los ensayos cuyos resultados se presentan en este trabajo, se realizaron con dos unidades IS-100, de 300,6 gr de peso y 8,2 cm de diámetro y de 114,7 gr y 6,6 cm de diámetro.

Los frutos electrónicos constituyen un medio para detectar los puntos

críticos, pero en sí mismos no proporcionan información sobre las consecuencias que esos puntos conflictivos provocan sobre los frutos. Por tanto es necesario, y así se ha hecho, realizar ensayos de calibración que lleguen a relacionar los datos que registra el fruto electrónico al recibir una serie de impactos, con los daños que aparecen sobre los frutos al aplicárseles otra serie de impactos de idénticas características. Puede decirse que intensidades de impacto de 70-80 g's provocan en fruta de pepita (manzana y pera) una magulladura superior a 1 cm² (superficie máxima establecida por las normas comunitarias para que la fruta pueda exportarse; fruta con superficies de daño superiores a este valor deben destinarse al mercado nacional), mientras que para fruta de hueso (melocotón y albaricoque) este umbral se sitúa en 50 g's, lo que se corresponde con un daño de 0,5 cm², que es la superficie máxima de daño permitida por la UE para este tipo de fruta. Para cítricos no se ha llegado a establecer estos límites, debido a que la normativa no establece límites numéricos de daños, sólo contempla clasificaciones cualitativas de los mismos.

ESTUDIO EN COOPERATIVAS DE MURCIA

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 Dpto. de Ingeniería Rural de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid, el CEBAS de Murcia y FECOAM (Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia), se ha realizado un estudio exhaustivo de las líneas de manipulación de un conjunto de Cooperativas asociadas a FECOAM, que voluntariamente quisieron involucrarse en el Proyecto. Se evaluaron cuatro líneas de manipulación de fruta de hueso y cinco de cítricos, con dos IS-100 de tamaño diferente.

A continuación se ofrecen algunos de los resultados de los ensayos en las líneas. Estos datos constituyen una muestra del estado actual de las líneas de manipulación. Aunque se cuenta con datos procedentes de ambas esferas, sólo se presentarán los correspondientes a la IS-100 de 114,4 gr y 6,2 cm de diámetro, por ser ésta la que más se asemeja a las dimensiones de los frutos que estaban siendo manipulados cuando se realizaron las pruebas.

Tabla 1.
Valores medios de aceleración máxima en cuatro puntos de transferencia tipo presentes en prácticamente todas las líneas estudiadas.

Punto de transferencia	Tipo de elemento/línea	Valores medios de aceleración máxima (g's) (*)
Descarga	Torsión (n=8)	57,9 - 300,3
	Hidráulico (n=1)	28,1
Cinta - Elev. Rod.	Fr. hueso (n=4)	28,5 - 86,9
	Cítricos (n=5)	80,3 - 166,3
Entrada calibrador	(n=4)	53,4 - 212,4
Salida calibrador	Rod. basculantes (n=4)	69,3 - 133,2
	Electrónico (n=4)	35,2 - 152,6
	Óptico (n=1)	94,8

Tabla 2.
Niveles de peligrosidad

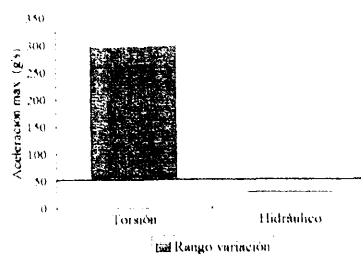
Nivel de peligrosidad	Rangos IS-100 (g's)
Baja	< 50
Media	50-100
Alta	100-200
Muy alta	> 200

Se han seleccionado cuatro puntos de transferencia (transiciones entre elementos consecutivos de una máquina) que suelen estar presentes en cualquier línea: descarga, transferencia de una cinta transportadora a un elevador de rodillos de PVC o aluminio, entrada y salida del calibrador. Los datos registrados en cada caso se exponen en la tabla 1.

Los colores asignados a cada valor de aceleración máxima en la tabla 1 son indicadores de la peligrosidad de cada punto de acuerdo con los baremos empleados, resumidos en la tabla 2.

Las figuras 1 a 4 muestran gráficamente los valores recogidos en la tabla 1, así como el umbral de daños establecido experimentalmente para fruta de hueso:

Fig. 1 / Volcador fruta



Existen volcadores capaces de realizar la descarga en condiciones óptimas. Los volcadores de torsión provocan unos impactos de hasta 300 g's. Si van acompañados de algún

Fig. 2 / Cinta - Elev. Rodillos

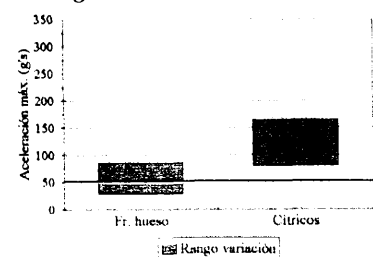


Fig. 3 / Entrada calibrador

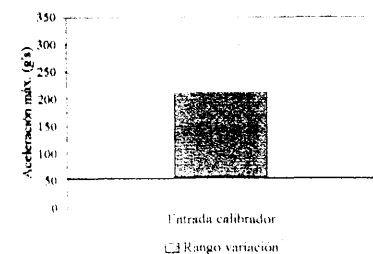
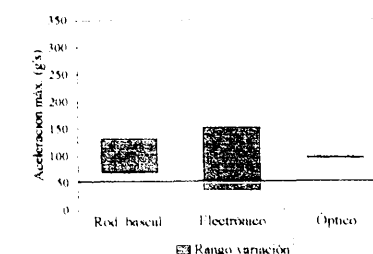


Fig. 4 / Salida calibrador



elemento decelerador pueden llegar a realizar su función aceptablemente.

En general se observa que los



centros manipuladores de fruta de hueso realizan reglajes más precisos de sus máquinas. Un buen reglaje puede convertir una transferencia potencialmente peligrosa en una transición casi imperceptible.

Las entradas a los calibradores que se instalan en las líneas de manipulación de fruta de hueso deben ser revisadas. El límite inferior de esta transferencia (53,4 g's) corresponde a una línea cuyas velocidades de trabajo son adecuadas e inferiores que las que se suelen emplear habitualmente.

Los distintos modelos de calibradores resuelven la salida de la fruta de forma diferente. Deben combinar rapidez y suavidad en el trato a la fruta. Un diseño adecuado junto a una regulación adecuada pueden suponer impactos de baja intensidad, como es el caso de uno de los calibradores electrónicos representados en la figura.

MEJORAS EN EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS

Como se desprende de todos estos resultados, 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 varios diseños y regulaciones posibles que, con absoluta certeza, las convertirían en operaciones no peligrosas (intensidad de impacto < 50 g's). El caso del 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, instalado en siete de las líneas estudiadas, vierte la fruta directamente sobre una cinta transportadora o elevador. En estas líneas, los valores medios de aceleración máxima



Volcador de cajas de campo de 20 kg.



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

registrados en estas líneas 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 en dos campañas sucesivas, lo cual ya supone una reducción cuantitativa sustancial respecto al primero de los modelos comentados. La foto 4 muestra el volcador hidráulico instalado en una de nuestras cooperativas productoras de fruta de hueso. Como se observa en la fig. 1, el valor medio de este elemento es de 28,1 g's, muy por debajo del umbral de riesgo.

MEJORAS EN LA REGULACION Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA

La transferencia cinta transportadora - elevador de rodillos (de PVC o aluminio) está presente en todas las líneas estudiadas, instalándose incluso más de una transferencia de este tipo en algunas de ellas. La figura 2 pone de manifiesto que 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 28,5 y 86,9 g's para las líneas que manipulan fruta de hueso y entre 80,3 y 166,3 g's para las líneas de cítricos. Aunque cabe suponer que los cítricos pueden soportar impactos de mayor magnitud que la fruta de hueso, es un

hecho que las líneas que manipulan melocotones y albaricoques están mejor reguladas que las que manipulan agrios.

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.



Volcador hidráulico de cajas de campo.

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 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 y del Dpto. 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.