

Reducción de daños mecánicos en la manipulación de frutas

Soluciones para resolver los problemas más frecuentes en manzana, melocotón y cítricos

Fruitas y hortalizas están llegando al consumidor con magulladuras y otros daños, en ciertos casos derivando en podredumbres. En encuestas realizadas hace ya unos años, se ha comprobado que el porcentaje de frutos magullados (es decir, con golpes que han evolucionado a manchas visibles externamente, y en profundidad, resultado de una evolución del tejido del fruto, que se ablanda y se oscurece de color) es muy variable, y con frecuencia muy alto: de un 34 a un 81% de las manzanas están magulladas en cosecha (Sargent, EE.UU., García, España); se ha observado un 98% de frutos de manzana magullados, en líneas de clasificación (Brown, EE.UU.); entre un 9 y un 15% en pera y manzana, respectivamente, en mayoristas y en supermercados (Valenciano, España); entre un 37 % y un 96 % de manzanas magulladas y lotes fuera de clase por magulladuras en minoristas en Dinamarca (Kampp) y en España (García). Aún cuando el umbral de magulladura varía según el autor (diámetros de 6.4mm para Brown y Sargent; 5,6 mm para Kampp y García; 11,3 mm para Valenciano) es significativo en todos los casos el alto porcentaje de fruta magullada.

Para comprobar la incidencia de los daños en el mercado final, se realizó un muestreo entre minoristas y se vio en Madrid el porcentaje de fruto que llegaba con daños, de acuerdo a las normas vigentes de calidad para manzanas. Tan sólo el 22% de las manzanas estaba libre de daños mecánicos. El 37% presentaba magulladuras (diámetro mayor de 5,6 mm) y el 41% presentaba otros defectos. Todos los responsables admitían que la incidencia de los daños mecánicos en el precio es importantísima: solamente el producto libre de daños adquiere altos precios de venta.

El problema sigue existiendo y afecta en gran medida al mercado de la mayoría de las frutas, especialmente manzana, pera y melocotón, pero también a otras en las que no se ha reconocido tanto el problema hasta el momento: naranja, cereza, albaricoque, melón o

Los daños mecánicos producidos sobre la fruta siguen siendo un problema durante los procesos de recolección y postrecolección. Existen procedimientos de medida de las causas y localización de dichos daños, para diagnosticar el estado de los equipos de manipulación en este aspecto concreto. También es posible medir la resistencia de la fruta a los golpes con procedimientos de laboratorio. Se presentan algunas soluciones para los problemas más frecuentes detectados en líneas de manzana, melocotón y cítricos.

Margarita Ruiz-Altisent.

Profesora Titular.
LPF-Departamento de Ingeniería Rural,
ETSIA, UPM.

les. Los equipos utilizados para estas operaciones son auténticos desconocidos para sus responsables desde este punto de vista, cuando los mismos conocen a la perfección cómo aumentar el rendimiento al máximo. Con gran frecuencia los daños que en ellas se producen escapan a su control.

- **El producto y su estado:** Un mismo tipo de fruta, y de la misma variedad, presenta una muy variable susceptibilidad al daño, relacionada con multitud de circunstancias: condiciones de cultivo, humedad y temperatura, tipo de desarrollo y crecimiento, junto con fecha de recolección.

La combinación entre un manejo rudo y un producto susceptible lleva a la catástrofe: cargamentos enteros que son rechazados en destino, causando enormes pérdidas a los productores y comercializadores. Dada la situación de dominio del mercado por parte de la distribución, el último eslabón manda, y en las actuales circunstancias, una gran mayoría de las cargas no cumplen la normativa sobre daños precisamente, y en cualquier momento pueden ser rechazadas, a criterio del comprador.

La cuestión está en que gran parte de los problemas podrían ser evitados, y la respuesta a ella es aplicar una serie de medidas que hoy ya se conocen.

Conocer y mejorar los equipos

Existen unas técnicas, hoy bien conocidas, para determinar el nivel de daño potencial de las líneas de manipulación (calibración y confección incluidas). Se trata de estudios diagnósticos, basados en la utilización de frutos electrónicos, a la que acompaña un análisis detallado de cada uno de

los puntos de transferencia (pasos de un elemento a otro) a los que se someten los frutos durante el proceso total de cosecha y postcosecha.

La fruta que llega de campo en un principio es seleccionada con el fin de eliminar los frutos dañados. El porcentaje de rechazo (que se utiliza para valorar al productor en algunos ca-



El fruto electrónico en la línea acompaña a la fruta.

sandía; y en hortalizas, pimiento, tomate y lechuga.

El origen de los daños se encuentra en la combinación de dos factores:

- **Los equipos y sistemas de manipulación,** causantes de golpes, compresiones y roces, producidos durante la recolección, clasificación y confección de la fruta en las centra-

sos) es enormemente variable, y el estudio de su reducción es también un campo de actuación fundamental. Pero, si nos ceñimos a la manipulación postrecolección, se ha observado que hay casos en que la proporción de fruta dañada es la misma al principio y al final de la línea, cuando se ha hecho a su entrada una selección más o menos drástica, dejando frutos libres de daño casi en su totalidad.

Para determinar estos daños mecánicos en las líneas de confección se usan, como se ha dicho, los llamados "frutos electrónicos". Tras probar distintos de ellos (con tecnologías alemana, estadounidense, escocesa y danesa) nuestro Laboratorio de Propiedades Físicas se ha decantado por el IS 100, de la empresa Techmark, desarrollado por la Universidad del Estado de Michigan (EE.UU.). Existen distintos modelos de frutos electrónicos basados en distintos sensores y con diferentes formas. Para poder acercarnos lo más posible a cada fruta en estudio, contamos en estos momentos con frutos electrónicos de tres diámetros distintos (6,2; 7,0 y 8,8 cm), pudiéndose desarrollar también modelos con otras formas diferentes de la esférica.

Los frutos electrónicos IS100 detectan cargas dinámicas (aceleraciones o deceleraciones) por medio de un acelerómetro. Por tanto, sólo registran impactos cuando se encuentran en movimiento (en situación estática no pueden registrar nada). Cada fruto dispone de un acelerómetro triaxial, un reloj, una batería y una memoria, cuyos datos son volcados a un ordenador portátil. Para cada impacto el fruto electrónico registra tres parámetros: aceleración máxima (análoga a la fuerza del impacto), expresada como número de veces la aceleración de la gravedad (g's) donde $1g=9,8 \text{ m/s}^2$, duración del impacto (en milisegundos) y tiempo (en segundos). Combinando estos dos parámetros se pueden obtener otras variables de interés para identificar la naturaleza de cada golpe. Con estos frutos y con el procedimiento desarrollado por el LPF (Laboratorio de Propiedades Físicas) del Dpto. de Ingeniería Rural de la ETSIA de Madrid (UPM), se han realizando este tipo de estudios para empresas y cooperativas productoras y/o comercializadoras de frutas y hortalizas.

Metodología

El desarrollo de la toma de datos parte de una observación detenida de las distintas transferencias existentes, ya que todas las líneas son distintas. Los frutos son introducidos en la línea junto al resto de la fruta. Los datos registrados, almacenados en una pequeña memoria, son volcados a un ordenador, para ser analizados inmediatamente y ser estudiados después en trabajo de gabinete. La información derivada de los frutos electrónicos (para cada trayecto y tamaño de IS) está sintetizada en tres gráficos tipo:

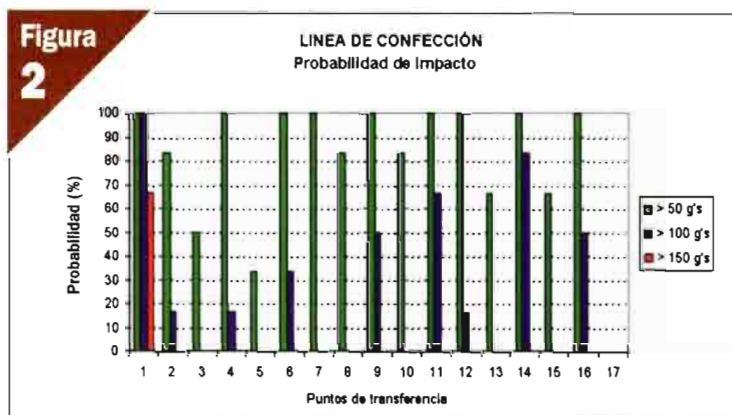
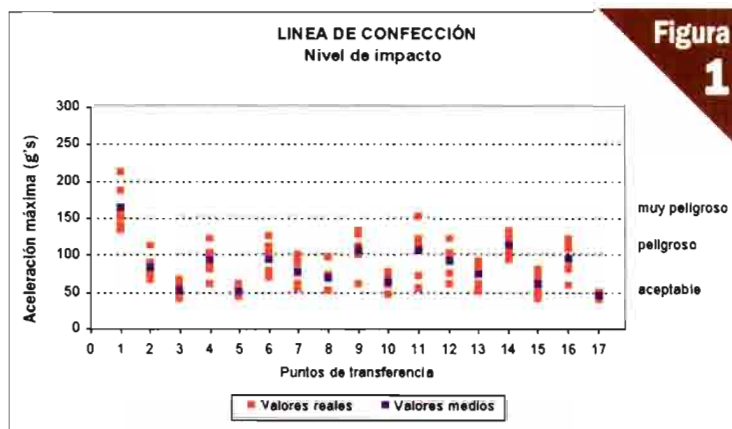
Nivel de impacto

Es la representación de los niveles de impacto registrados por los frutos electrónicos (ordenadas) en cada una de las transferencias (abscisas) del trayecto analizado (Fig. 1).

Probabilidad de impacto

Para cada punto de transferencia (abscisas) se detalla la probabilidad de que un fruto sufra al menos un impacto de una determinada magnitud (ordenadas): p.e., superior a 50 g's en color verde, superior a 100 g's en color azul y superior a 150 g's en color rojo. Gracias al trabajo de laboratorio previo, estudiando cada producto, se puede establecer el nivel mínimo de los impactos, por encima del cual la mayoría de las frutas sufrirían daños (entre 40 y 50 g's) (Fig. 2).

Como se puede observar en las figuras, es claro el alto nivel de golpes producidos en la transferencia 1: descarga sobre la primera cinta.



CEN FERTILIZANTE CIENTÍFICO produce más vitaminas A y C y LICOPENO

"BERLIN EXPORT", a la cabeza de la alta tecnología con sus abonos CEN conocidos internacionalmente por sus excelentes resultados: **nutrición equilibrada, uniformidad y peso específico**, así como una óptima calidad según exigen los mercados internacionales, **ha conseguido aumentar considerablemente las vitaminas A y C** en frutas y hortalizas y el **LICOPENO** (anticancerígeno) en tomate.



CEN-20 especial para engorde de cítricos.

RECORD DE PRODUCCIÓN CON CEN:

11.500 KG DE CEBADA POR HECTÁREA.
18.000 KG DE MAÍZ POR HECTÁREA.

CEN es un fertilizante inteligente programado para que la planta tome en cada momento justo lo que necesita. Su acción en cultivos marca importantes diferencias respecto de los productos orgánicos tradicionales.

MÁS VENTAJAS PARA SUS CULTIVOS:

- Aumento de la producción desde un 30% a un 100%.
- Mayor cuajado en flor.
- Mayor calidad y mejor conservación de los frutos.
- Color más intenso y mayor contenido de azúcar.
- Mayor resistencia a la sequía, frío y enfermedades.
- Mejora del suelo en N.P.K. y M.O.
- Mayor uniformidad de frutos y calidad constante de exportación.

BIOAGA

Apartado: 404. 31500 Tudela (NAVARRA).
Teléfono: 902 154 531. Fax: 948 828 437.
www.berlinex.com

Empresa ganadora de **DOS ESTRELLAS INTERNACIONALES DE ORO**.
Una a la **TECNOLOGÍA** y otra a la **CALIDAD**;
TROFEO al PRESTIGIO COMERCIAL.

Una tercera gráfica, de distribución de los impactos, nos indica la naturaleza del material (desde el punto de vista de su dureza), sobre el que golpean los frutos en cada transferencia.

Sobre la base de los datos del estudio de cada línea se puede hacer una valoración de las transferencias analizadas para conocer cuáles son los puntos críticos, con más posibilidad de dañar a la fruta, dentro de la línea, y desarrollar las posibles soluciones.

Estas soluciones son en la mayoría de los casos de implantación sencilla y de bajo coste, como por ejemplo:

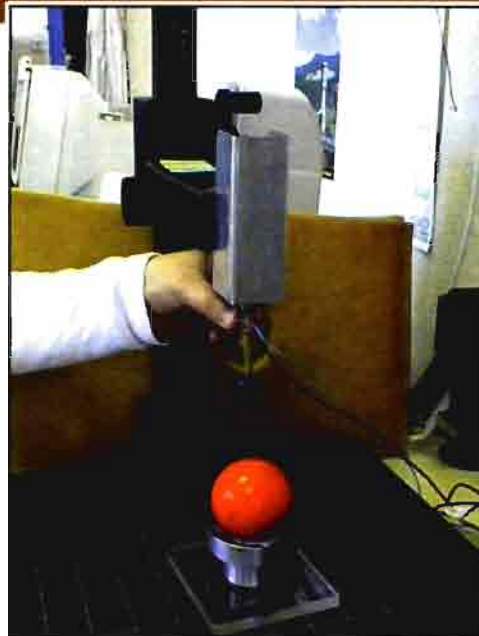
- **Añadir recubrimientos:** en todas las paredes de transportadores, planos de caída de la fruta, transferencias a 90°: estos materiales amortiguadores pueden también estudiarse en laboratorio para conocer su idoneidad como amortiguadores de los golpes, y habrán de mantenerse intactos y perfectamente limpios para que sean efectivos en todo momento;

- **introducir elementos deceleradores:** en cualquier transferencia entre bandas, transportadores de rodillos, bandas aceleradoras, pasos a cazoletas, etc., que supongan caída de la fruta, hay que introducir deceleradores: los de rodillo de cerdas se ha comprobado que son capaces de eliminar por completo los impactos superiores a 50 g's. en alturas de caída de hasta 30 cm. En este caso, su sincronización y regulación en altura y en distancia al punto de caída serán fundamentales. También pueden ser efectivos los deceleradores de faldillas. En todos los casos, la efectividad de cualquiera de estos dispositivos deberá ser comprobada con los frutos electrónicos;

- **eliminar los elementos estructurales rígidos** bajo las cintas en los puntos de caída de la fruta: algo que es obvio, pero que se ha comprobado que es uno de los problemas más graves de muchos de los equipos, también para su eliminación en líneas existentes;

- **evitar zonas de fricción:** la fruta, con movimiento relativo contra una cinta en movimiento, o contra paredes laterales; deberán introducirse materiales blandos y de baja fricción;

- **otras acciones:** introducir elementos de transferencia nuevos en cualquier transferencia problemática por diferentes causas: altura excesiva, cambio de dirección o de velocidad bruscos, etc.; revisar velocidades de trabajo y de avance de la fruta, para evitar aceleraciones y acumulaciones de fruta, así como los golpes entre ellas; mantener limpios todos los puntos que entran en contacto con la fruta: especialmente importante en productos susceptibles a fricción, como los cítricos.



Impactador para medida de resistencia a los golpes.

Conocer el producto

La susceptibilidad del producto está ligada principalmente al tipo de fruta (especie) y a la variedad, y, dentro de ella, al estado de firmeza en el que se cosecha. Esto hace que el conocimiento de la susceptibilidad de la fruta manipulada en una determinada central sea complicado en principio, y sin embargo, resulta bastante predecible cuando se avanza en su conocimiento.

Es bien sabido que todos los frutos alcanzan su mejor calidad gustativa si se les deja completar la maduración en el árbol o planta. Sin embargo, para poder ser procesados y comercializados, se cosechan maduros fisiológicamente pero no con madurez óptima para el consumo. Por ello, los índices de maduración para determinar el momento apropiado de cosecha se basan en un compromiso entre los valores que produzcan una mejor la calidad gustativa y aquellos valores que dotan de mayor flexibilidad a la comercialización.

La fruta de pepita es muy susceptible a los golpes (impactos), en especial cuando se encuentra turgente, es decir, en un estado de humedad alto. En esta situación, golpes desde solamente 2-3 cm de altura son causantes de magulladuras, así como los golpes entre los frutos, que hay que evitar a toda costa. Se ha comprobado que una cierta pérdida de humedad, limitable a la parte externa del fruto, mejora la resistencia a los golpes de este tipo de frutas. El abonado y el riego afectan, y los tratamientos con calcio mejoran, la resistencia de la manzana. Todo ello lleva a la necesidad de estudiar en profundidad las condiciones de temperatura y humedad ambiente, y la dinámica del proceso.

La fruta de hueso se comporta de forma diferente, pues se daña fundamentalmente por deformación, y el factor crítico está en la firmeza en recolección. Se recomienda recolec-

tar y confeccionar el melocotón y la nectarina con valores de firmeza de unos 45 N (4,5 kg, con punzón de 8 mm de diámetro = 0.5 cm² de superficie), por encima del cual no es posible que llegue en buenas condiciones organolépticas al consumidor. El límite para la manipulación está en los 25 N. Todo ello hace que manipular este producto combinando resistencia a daños y calidad al consumidor sea realmente complicado. Los tratamientos de pre-refrigeración parece que reducen ligeramente la aparición de magulladuras, probablemente en la fase siguiente: el desarrollo de las mismas, al mantenerse a baja temperatura en todo el proceso.

El resto de frutos se comportan aproximándose más o menos a un modelo o a otro, en función de su constitución. En todo caso, cada situación ha de estudiarse directamente para obtener buenos resultados.

Metodología

En el laboratorio se puede medir la susceptibilidad a los golpes utilizando un impactador de mesa, o una máquina universal de ensayos de compresión, también de mesa, ambos conectados a ordenador, y con protocolos de ensayo bien establecidos. Se estudian así las características en muestras del producto, en recolección y en cualquier estado posterior, y, en su caso, se aplican a las muestras los tratamientos en estudio (es decir: fechas de recolección, humedad y temperatura, etc.). En un segundo tipo de ensayos, se realizan medidas en la línea, muestreando el producto a la entrada y a la salida, y comprobando 'in situ' los daños producidos.

Programa de simulación: el Sim-Lin

Recientemente se ha desarrollado (en el LPF junto con el Depto. de Inteligencia Artificial de la UPM, Facultad de Informática) un programa de usuario que permite estimar el porcentaje de fruta dañada, en función del estado de la misma (determinado por medidas mecánicas simples en laboratorio) y para una línea de manipulación determinada (que crea el propio usuario). También permite estudiar estrategias de mejora, como por ejemplo, en una línea determinada de una cooperativa de Murcia, de unas 25 transferencias, y trabajando con melocotón Caterina de plena campaña (firmeza media), pudo establecerse que para obtener un producto libre de magulladuras es necesario rebajar el nivel de impacto por debajo de 10 g's en todas las transferencias, permitiéndose únicamente cuatro con niveles entre 10 y 50 g's. Esto en la práctica y con las líneas de manipulación usuales actualmente es ciertamente difícil de alcanzar. ■