

Capítulo 6. Reducción de pérdida de calidad en frutos manipulados en líneas industriales de confección

Perla Gómez Di Marco^{*1,2}, Francisco Artés Calero^{1,2},
Francisco Artés Hernández^{1,2}, Mariano Otón Alcaraz^{1,2} y
Encarna Aguayo Giménez^{1,2}

¹Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Dpto. Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203. Cartagena. España. Correo electrónico: fr.artes@upct.es

²Instituto de Biotecnología Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena. Plaza del Hospital s/n. Campus Muralla del Mar. 30202. Cartagena. España.

LA manipulación y el transporte de los productos hortícolas puede resultar en diferentes niveles de daño debido a golpes e impactos. La esfera electrónica es una herramienta de mucha ayuda cuando se pretende determinar en qué etapa de los procesos de manipulación se puede producir un daño significativo. En el presente trabajo se analizan los datos obtenidos al utilizar una esfera electrónica en líneas de manipulación y envasado de pimiento y melocotón. El estudio se realizó en almacenes de la región de Murcia. La esfera se pasó por las líneas y se registraron los valores de aceleración de la gravedad y los cambios de velocidad en etapas consideradas críticas. Para el melocotón, las diferencias entre el volcado del producto a la línea realizado en forma manual, comparado con el volcado mecánico de palox, representó un mayor número de situaciones de daño en los frutos.

En función de los resultados obtenidos se concluye que el uso de la esfera electrónica representa un elemento de mucha utilidad para detectar las zonas críticas y proponer mejoras. En la mayoría de los casos estas mejoras no implican una inversión de importancia para la empresa. Estos cambios repercutirían positivamente en la reducción de los porcentajes de rechazo.

Palabras clave: golpes, esfera electrónica, pimiento, melocotón, daño mecánico..

Abstract

The Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata* Wied.) is a species of fruit fly able of causing extensive damage to a wide range of unrelated fruit crops. Considered as a quarantine plague it affects oranges, tangerines and, in a lesser extent, grapefruits and lemons. It damages directly the fruits, decreasing production and representing a threat for exportation. The United States Department of Agriculture has standardized the cold quarantine treatments for fruit fly establishing 1.11; 1.67, or 2.22°C for a period of 14, 16 or 18 days respectively. However, citrus exposure to those temperatures and durations may induce chilling injury (CI). For lemon fruits, loss of sensory quality due to softening and water loss, physiological damage and the development of rots have been observed. From the other side, the beneficial effect of controlled atmospheres (CA) in order to avoid quality loss of fruit and vegetables has been extensively reported. The objective of this work was to simulate a commercial maritime transport of lemons using CA (10 kPa O₂ + 1 kPa CO₂, 90% RH) and compared to air as a control (80-85% RH). Storage under refrigerated containers was prolonged during 18 days at 2°C followed by 7 days at 20°C to simulate a commercial distribution and retail sale. After the quarantine treatment, additional simulated delay of 4 days at 1°C at harbor as well as 4 days at 8°C to simulate a delay in a logistic platform at destination were applied.

Lemon fruits cv. Verna were harvested at green-yellow stage and conditioned for 24 h at room temperature (about 25°C). Different fungicides against storage rots were then used: a) Imazalil (2000 ppm) applied in drencher and imazalil (1500 ppm) + tiabendazol (TBZ, 2000 ppm) + carnauba wax applied in the processing line; b) imazalil (500 ppm) + ortophenilphenol (1500 ppm) applied in drencher and TBZ (5000 ppm) + carnauba wax applied in the processing line, or c) imazalil (3000 ppm) applied in drencher. Then they were packaged in telescopic cardboard or wooden boxes (15 kg each). Pallets (42) were air pre-cooled at 2°C during 24 h, and then placed in a conventional reefer container (21 pallets) or in a container reefer unit for CA (21). After storage, physiological damage, rot development, pH, soluble solids content, titratable acidity, color and sensory quality were evaluated. The respiratory activity and ethylene emission rate were also monitored.

By the end of storage periods compared to air CA treatment slowdown ripening and softening and decreased losses due to CI (mainly pitting) from 1.5% to 0.6% and to decay (mainly due to *Penicilium* spp) from 14.2% to 5.9%. When 5000 ppm TBZ in wax was applied the severity of CI was lowered and losses were reduced to only 0.2%. All fungicides were similarly efficient for controlling decay. Percentage of fruits affected by rots was doubled in cardboard than for wooden boxes. As main conclusion, the best treatment was CA combined with imazalil (5000 ppm) + 1500 ppm ortofenilfenol (in drencher) followed by 5000 ppm TBZ (in wax).

Keywords: *Ceratitidis capitata* Wied, lemon, quarantine, controlled atmosphere, chilling injury, fungicides, refrigerated transport, exportation.

Introducción

Daños mecánicos: importancia

Los daños mecánicos que sufren los productos hortofrutícolas durante su manipulación constituyen una de las principales causas de las pérdidas postcosecha a nivel mundial. Los productos se pueden dañar de diferentes maneras: cortes, pinchazos, golpes, abrasión, rozaduras, desgarros, etc. Sin embargo, las magulladuras son la forma predominante de daño. En general se las puede definir como la presencia de una zona oscura observable a simple vista bajo la epidermis de los frutos. Este defecto influye en la decisión de compra por parte del consumidor y es causa de devoluciones del producto. Además, favorece el ataque por parte de patógenos y el desarrollo de pudriciones.

Principales causas de daño

Existen tres mecanismos importantes mediante los cuales un producto se puede dañar:

Golpes: ocurren generalmente durante la cosecha y la clasificación, cuando los frutos tienen mayor libertad de movimiento y pueden impactar entre sí y contra la superficie sobre la que se encuentran.

Compresión: cuando el producto se encuentra “comprimido” en grandes contenedores, bins, cajas, bandejas, etc. En este caso el daño ocurre por una manipulación inadecuada, disponiendo cantidades superiores a las que el envase o el producto puede soportar, o bien porque el envase en su conjunto es expuesto a unas fuerzas de carga excesivas.

Vibración: es un tipo de daño que resulta por la acción de fuerzas vibratorias en forma continuada por largos periodos de tiempo, generalmente durante el transporte.

Daños mecánicos: formas de detección y cuantificación

Existen dos sistemas que generalmente han sido utilizados por los investigadores para analizar los daños en los productos hortofrutícolas (Bollen, 2006):

a) **Muestreo:** consiste en recoger una muestra directamente de la línea de manipulación. Este método permite recabar información de manera relativamente fácil y se utiliza muchas veces con la idea de obtener una solución inmediata. Sin embargo, la muestra que se obtiene es específica, en gran medida, de la situación en la que se hace el muestreo, aparte de que es un sistema que requiere mucho tiempo. Por otro lado, si bien se puede identificar la fuente del daño, no sirve para cuantificar con precisión la solución requerida para resolver el problema.

b) **Uso de instrumentos:** consiste en utilizar equipamiento que permita describir y al mismo tiempo medir las fuerzas que actúan en un sistema de manipulación postcosecha para luego correlacionarlas con el nivel de daño observado o esperado. Dentro de este tipo de análisis se destacan dos posibilidades:

1. Instrumentos para medir golpes y vibraciones que actúan sobre los envases o bien sobre los vehículos que transportan el producto.

El más simple de estos instrumentos es el “Shockwatch” (Texas, USA), que consiste en un filamento de vidrio relleno con un colorante. El capilar se rompe al recibir una fuerza que exceda su resistencia. Este método se usa preferentemente para analizar los daños durante la manipulación de envases. Una opción más sofisticada es la utilización de un acelerómetro simple. Se trata en este caso de un equipo electrónico que mide los golpes y vibraciones durante el transporte y que permite al cliente conocer el momento en que se ha producido determinado incidente. El instrumento se puede calibrar para detectar impactos por encima de determinado nivel (entre 0,5 y 25 g) y tiene la ventaja de ser, a diferencia del capilar de vidrio, reutilizable. Este tipo de instrumentos se emplean generalmente para auditar situaciones de transporte determinadas. Equipos semejantes pero más sofisticados son el “Tiny Tag” (Gemini Dataloggers, UK) y el “Environmental Data Recorder” (IST, Okomos, Michigan) que sirven para registrar la magnitud de un daño y el momento en que ocurre. Utilizan la tecnología de registro en tiempo real y son más adecuados para identificar problemas durante el transporte de grandes cargas.

2. Instrumentos que miden las fuerzas que actúan individualmente sobre el producto y que se desempeñan como si fueran frutos (pseudo-frutos).

Se trata de una serie de instrumentos más o menos sofisticados, especiales para detectar impactos en las líneas de manipulación. Los primeros de ellos fueron desarrollados en California. Se trataba de “frutos” con superficie y forma semejante a los frutos verdaderos y que, durante su manipulación, se comportaban de la misma manera que éstos. En la actualidad existen al menos seis modelos de este tipo de instrumentos:

- a) “patata electrónica escocesa”: desarrollada por el Scottish Centre of Agricultural Engineering (Anderson y Parks, 1984), que utiliza un molde con forma de patata recubierto por una superficie piezoeléctrica. El sistema recoge el pico máximo de cualquier impacto en una escala del 1 al 7 y muestra los resultados en una pequeña pantalla. El equipo va acompañado por una escala de severidad que permite a los usuarios interpretar los resultados.
- b) equipo PMS60 (Magnetech, Alemania) (Herold et al., 1996): consiste en un cuerpo central con forma de esfera que contiene una batería y una serie de componentes electrónicos rodeados por un espacio anular relleno con un líquido. El conjunto está recubierto por una membrana exterior. Cuando el instrumento sufre un golpe o impacto se produce un aumento en la presión del líquido que se mide por medio de un transductor.
- c) “patata electrónica danesa” (Biotechnisk Institut, 1990, Dinamarca): utiliza un transmisor para pasar la señal desde un acelerómetro triaxial hasta un receptor remoto. La aceleración se muestra en una escala del 1 al 100 que describe la severidad del impacto.

d) equipo PTR 200 (SM Manufacturing, Dinamarca): es una versión más reciente de la “patata danesa”, ha mejorado la memoria y la capacidad y rango de transmisión (van Canneyt et al., 2003).

e) “Impact Recording Device” (IRD) (Techmark Inc., USA): desarrollado por un proyecto conjunto entre el Departamento de Agricultura (USDA) y la Universidad de Michigan (Zapp et al., 1990). Utiliza un acelerómetro triaxial como sensor de los impactos, el cual se halla centralmente montado sobre un circuito, todo dentro de una esfera. La comunicación externa con un microprocesador se hace mediante un cable RS232, el que vale también para recargar la batería, resetear el sistema y apagarlo.

f) Sensor Wireless (PEI, Canadá): es el más moderno de los sistemas. Detecta los impactos utilizando un acelerómetro pero que en este caso se comunica con el equipo que captura la información mediante ondas de radio. Este sensor puede adquirir diferentes formas como opciones para utilizarlos según convenga teniendo en cuenta la aplicación.

El IRD es el instrumento más ampliamente usado a nivel mundial para este tipo de estudios. El acelerómetro es uno de los transductores más versátiles. Se basa en que al comprimirse un retículo cristalino piezoeléctrico, se produce una carga eléctrica proporcional a la fuerza aplicada. Cuando es expuesto a un golpe el disco piezoeléctrico se ve sometido a una fuerza proporcional a la aceleración de la masa.

La técnica de la esfera electrónica, debidamente puesta a punto para cada tipo de fruto, se ha mostrado como una herramienta muy eficaz para la identificación de las etapas críticas susceptibles de inducir daños mecánicos a numerosos frutos (cítricos, de hueso, de pepita, frutos hortícolas, etc.).

Para efectuar el estudio de una determinada línea de manipulación de frutos, la esfera de impacto se integra como si fuera un fruto más, en las mismas condiciones de manipulación industrial en que se encuentran todos los frutos que pasan por ella, para conseguir una evaluación lo más real posible del proceso a que éstos son sometidos para su acondicionamiento comercial.

Su utilización práctica no es excesivamente compleja, aunque requiere de los conocimientos especializados. Su facilidad de transporte y uso le permiten una elevada disponibilidad. Es importante indicar que la esfera detecta cargas dinámicas (aceleraciones o desaceleraciones) con lo cual sólo registra mediciones cuando se encuentra en movimiento (García Ramos et al., 2000).

Por otra parte, conviene reseñar que este tipo de estudios no interfiere en el funcionamiento normal de la Empresa cuyas instalaciones se analizan, ya que el tratamiento que se da a las líneas es el mismo que se le daría a clasificando un producto en un día normal de trabajo, evitando posibles interpretaciones erróneas de los datos, en el caso de que se usara de forma distinta a la que se ha expuesto.

En la aplicación de esta técnica, la mayor dificultad estriba en el adecuado planteamiento de su utilización y, en especial, en la interpretación y comprensión de

los resultados obtenidos, lo que es el objeto del análisis por el Equipo Investigador responsable del trabajo.



Foto 6-1: Esfera electrónica de impactos empleada en el estudio

La esfera electrónica no solo detecta el impacto o daño sufrido en un punto o puntos determinados de la línea industrial de manipulación de los frutos, sino que, además, lo cuantifica, permitiendo conocer la intensidad de ese impacto. Un golpe en una superficie muy dura estará representado por un cambio pequeño en la velocidad, significando que la energía del mismo se ha disipado en muy poco tiempo, lo que es característico de las superficies muy firmes. Por el contrario, un impacto en una superficie muy blanda manifestará un cambio de velocidad elevado, es decir, que la energía ha tardado más tiempo en disiparse, o lo que es lo mismo, que la superficie contra la que ha impactado ha absorbido buena parte de la energía (Figura 1).

Para completar esta información se registra también la fuerza del impacto, expresada en valores de aceleración de la gravedad (G). Se analizan así los registros máximos de G , es decir, la medida máxima de aceleración para cada impacto individual. Los datos numéricos más altos indicarán que el impacto ha sucedido por caer desde mucha altura o por haber adquirido una elevada velocidad, interpretación que dependerá de la zona que se está analizando en ese preciso momento.

Cuanto menor el cambio de velocidad para un pico de aceleración dado, mayor el daño producido. En el caso de los productos hortofrutícolas puede ocurrir que, aunque no sean grandes impactos, igualmente se puedan ver afectados ocasionándoles con pequeñas heridas y rupturas de la epidermis que conducen a un desfavorable aspecto visual y a un rechazo más o menos cierto en el curso de algunas de las etapas de la comercialización.

Estos análisis son particulares para cada especie frutícola, ya que los mismos valores no pueden ser aplicados indiscriminadamente a todos los frutos, puesto que, por las características específicas de la propia epidermis, no será el mismo daño el que sufra una manzana o una patata.

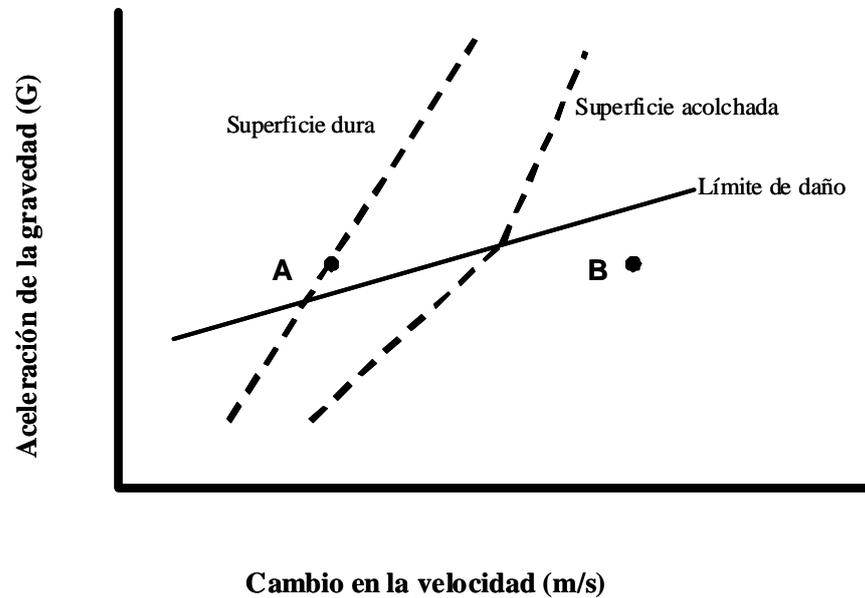


Figura 6-1: Curva de comparación entre dos impactos con referencia al límite del daño

En general, y de acuerdo con nuestra experiencia, se ha podido establecer que los valores de aceleración que superan los 50 G y los de velocidad de impacto inferiores a 1,5 m/s se consideran severos y con elevados riesgos de ser responsables de daños que perjudican notoriamente la calidad de diversas especies frutícolas. Para el caso del pimiento hemos observado que, debido a sus características, podría soportar impactos con valores de hasta incluso de 60 G sin que se llegue a presentar un riesgo cierto de daño mecánico. Este valor está próximo a otros reportados en la bibliografía (Brecht and Sargent, 1995). La mayor parte de los daños se producen en las zonas de máxima curvatura: hombros y puntas (Brecht y Sargent, 1995), de ahí la diferente susceptibilidad de variedades como California (más redondeada) y Lamuyo (más alargada y curvada). La deformabilidad de la pulpa (muy ligada a la turgencia) y la resistencia de la epidermis, son también factores varietales de influencia (García Ramos et al., 2000) En el caso del melocotón, estos valores descienden a 30 G. Por último, para ambos tipos de frutos, se ha considerado un cambio de velocidad de impacto inferior a 1,5 m/s, como la potencialmente responsable de dañarlos al impactar contra una superficie rígida.

En este trabajo se presentan resultados en líneas de manipulación de pimiento y melocotón. Durante la ejecución de los trabajos se han analizado líneas de manipulación de pimiento y de melocotón siguiendo el trayecto de los frutos, desde su inicio en las volcadoras hasta su final en las áreas de envasado-confección.

Material y métodos

Material vegetal, esfera registradora y manipulación de los frutos

El equipo utilizado para el análisis de los puntos críticos en las líneas de manipulación estudiadas estuvo constituido por una esfera de 89 mm de diámetro (Techmark Inc., USA) conteniendo en su interior un acelerómetro triaxial capaz de recoger varios impactos por segundo, un microprocesador CMOS (MPU), una memoria RAM de 32 K y una batería, todo ello recubierto por un material blando impermeabilizado. La esfera se puede conectar mediante un conector de 5 pins, el cual provee una comunicación serial bidireccional RS232, para recargar su batería, además de permitir reiniciar el sistema y descargar los datos. Al terminar las mediciones, un software específico instalado en un ordenador facilita el posterior análisis de los impactos. La esfera, por su tamaño y forma, es capaz de medir y registrar los impactos a través de toda la línea analizada en cada caso siguiendo el camino estándar que cada fruto sigue durante el proceso.

Durante las determinaciones experimentales primeramente se llevó a cabo un examen visual detallado de las líneas de manipulación a estudiar, trabajando en forma real, para observar cuales podrían ser los puntos más críticos. Estos puntos son lo que después se analizaron para determinar si presentan riesgos razonablemente objetivos de causar o no algún tipo de daño mecánico.

El fruto electrónico se hizo pasar por varias líneas de manipulación-confección de pimienta tipo California y por varias de dos tipo de manipulación de melocotón: una con volcado inicial del producto en forma manual y la otra con volcado mecánico.

En cada línea se analizaron todas las transferencias entre los diferentes componentes que la integran. Por ejemplo, del volcador a la cinta transportadora, de ésta a la mesa de tría, de allí al elevador de rodillos, de éste al túnel de lavado y secado, de allí a la mesa de tría, cinta de canjilones, calibrador, cinta de transporte y enmalladora-ensasadora.

El fruto se introduce en la línea junto al resto de los frutos. Los valores almacenados en su memoria se vuelcan en un ordenador y se estudian posteriormente. Con los datos registrados por el fruto electrónico se procedió entonces a la identificación del impacto en la línea y la intensidad del mismo, así como la naturaleza del material sobre el que ese impacto se produjo.

Resultados y discusión

Estudio de los impactos más significativos en líneas de manipulación de pimienta

La información recogida se resume en tres aspectos: magnitud del impacto, probabilidad del mismo (la que se obtiene haciendo pasar el fruto varias veces por la línea) y distribución de los impactos. Los datos de magnitud del impacto se presentan en un sistema de ejes cartesianos, donde las abscisas indican el cambio en

la velocidad (m/s) en tanto que las ordenadas hacen referencia a la fuerza del impacto o aceleración de la gravedad (G). Por lo tanto, cuando más alto sea el valor del impacto (mayor aceleración) y más a la izquierda se encuentre un valor en las gráficas de presentación de resultados (menores velocidades), mayor será el riesgo de daño para el fruto. Por el contrario, cuanto más bajo y más a la derecha se encuentre, significará que, además de no ser un impacto de elevada intensidad, ha sucedido en una superficie más blanda que los otros impactos con velocidades bajas y situados más a la izquierda.



Foto 6-2: Esfera colocada en un palox antes del volcado

Es importante tener presente también que la esfera electrónica es capaz de recoger varios impactos por segundo, lo que permite tener una mayor precisión acerca del impacto y la zona donde ocurre. Por cada análisis de las líneas de manipulación se recogieron 200 valores de impacto. Se presentan aquí los análisis de una de las líneas más representativas, ya que todas las evaluadas presentan una gran similitud de resultados.

En la figura 2 se observan los impactos más significativos sufridos por los pimientos en tres de las líneas de las empresas analizadas. Tal como se indicara, del total de puntos identificados, presentan mayor gravedad aquellos con valores inferiores a 1,5 m/s y con impactos superiores a los 60 G, límite anteriormente establecido para el pimiento en base a la ocurrencia de daño externo visible.

Se diferencia un punto que presentó un valor de impacto superior a 100 G aunque con una velocidad muy alta, en torno a los 2,5 m/s. Este impacto se corresponde con la zona de manipulación previa al calibrado. Indica que el fruto cayó desde una altura considerable pero que impactó en una superficie no muy dura. Se debió a que una operaria cogió el fruto electrónico y lo dejó caer de nuevo en la línea, pero golpeando sobre otro fruto. Aunque el impacto parece despreciable por la baja velocidad que recibió, puede suponer un problema mayor, ya que si el fruto hubiera caído sobre la cinta transportadora, la velocidad hubiera sido menor. En consecuencia, ambos frutos sufrieron un daño excesivo. De esta observación se

deduce que será muy importante revisar las operaciones actuales de manipulación, porque pudiera ser que, aunque comunes, resultaran perjudiciales para la calidad final del pimiento.

Muchos de los puntos que presentan valores mayores de G son los que corresponden al volcado inicial de la caja, antes de la tría, y es donde los frutos reciben más golpes.

Los demás puntos que se encuentran dentro de los valores de riesgo corresponden a las caídas desde la cinta de transporte por cazoletas hasta la zona de confección, siendo este punto también mejorable para evitar daños mecánicos.

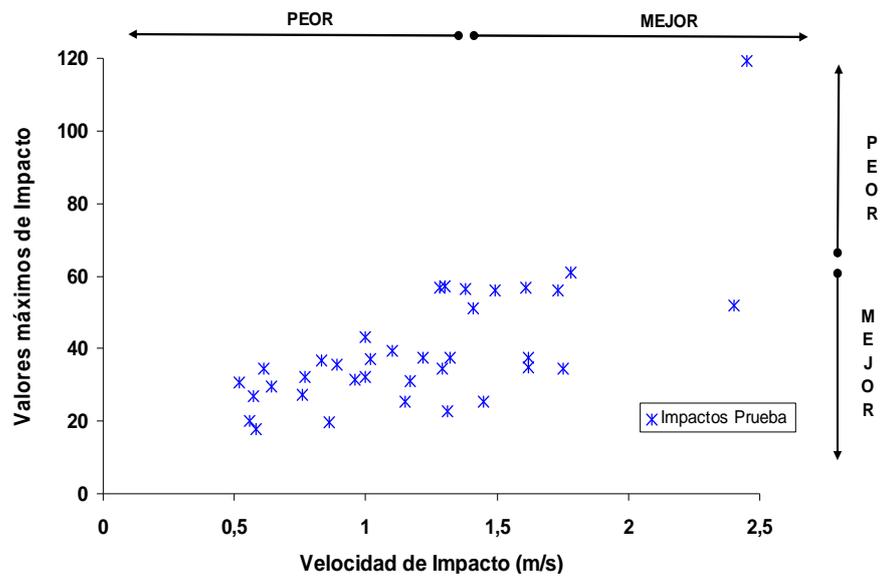


Figura 6-2: Impactos más significativos en la línea principal de manipulación de pimiento.



Foto 6-3: Esfera circulando por el transportador de rodillos

La segunda parte del análisis correspondió a la línea que va desde el calibrado directamente a las enmalladoras y embolsadoras. Esta línea es de mucho más recorrido y con más zonas críticas que la anterior. En la figura 3 se observan los impactos registrados. Entre los más importantes se destacan los que superan valores de 120 G y, aunque la mayoría de ellos se corresponden con velocidades altas (impacto sobre superficie blanda), esta superficie era la de otro fruto, por lo que no deja de ser importante y debe ser tenido en cuenta para corregirlo.



Foto 6-4: Esfera circulando por el depósito pulmón

También resultaron muy importantes en cuanto a riesgos de daños mecánicos la embolsadora y la enmalladora, secciones donde la esfera recibió numerosos impactos, tanto a la entrada como dentro de ellas.

Uno de los puntos que se deberían revisar es el correspondiente a donde se produce la caída, por medio de palas hacia la zona “pulmón” previa a la entrada a la enmalladora o embolsadora, ya que en numerosas ocasiones se observaron valores de impacto elevados y velocidades bajas.

Los demás impactos importantes se correspondieron a las caídas que sufren los pimientos desde los depósitos pulmón, situados en la zona más elevada de la línea hacia la cinta de transporte en dirección a la enmalladora o embolsadora.

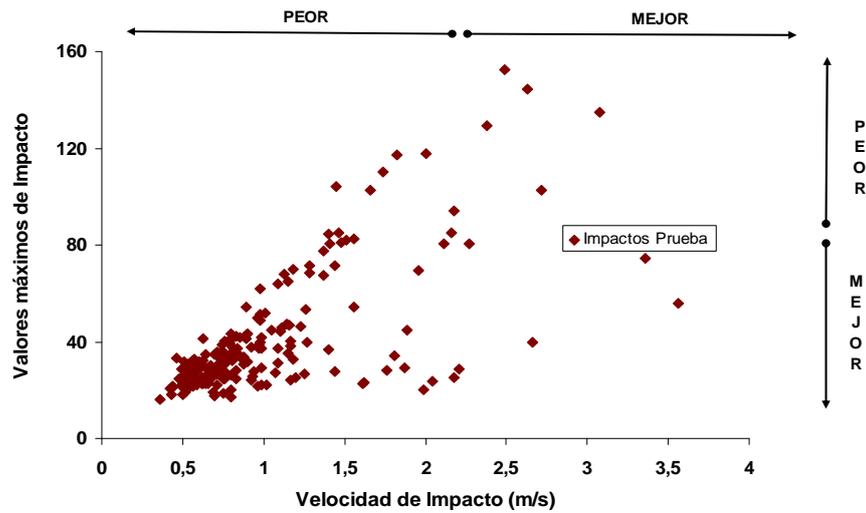


Figura 6-3: Impactos más significativos en la línea de calibrado de pimiento.



Foto 6-5: Esfera después de pasar por la embolsadora y la enmalladora.

Estudio de los impactos más significativos en la línea de manipulación de melocotón con volcado manual en cajas

En el caso del melocotón se analizaron, tal como se comentara anteriormente, dos tipos de líneas de trabajo. La primera, en la que los melocotones venían en cajas desde el campo y a las que los operarios volcaban manualmente sobre la cinta de transporte, mientras que en la segunda el volcado era automático mediante palox.

En la figura 4 se presentan los datos de impactos obtenidos en el volcado manual de las cajas. Se puede observar que son muy numerosos los puntos de impacto que superan los límites máximos establecidos (30 G y velocidad de impacto inferior a 1,5 m/s). En efecto, la mayor parte de ellos presentan velocidades bajas (lo que significa impactos sobre superficies duras) además de que seis valores individuales superan los 50 G.

Los impactos que presentan valores mayores corresponden a la caída a la zona de confección, la caída a la alineadora después de pasar por la mesa de rodillos y la

caída a la cinta después de la salida del cepillado y que es anterior al pequeño pulmón que alimenta la alineadora. La caída a la alineadora, con cepillado, presentó también valores realmente preocupantes.

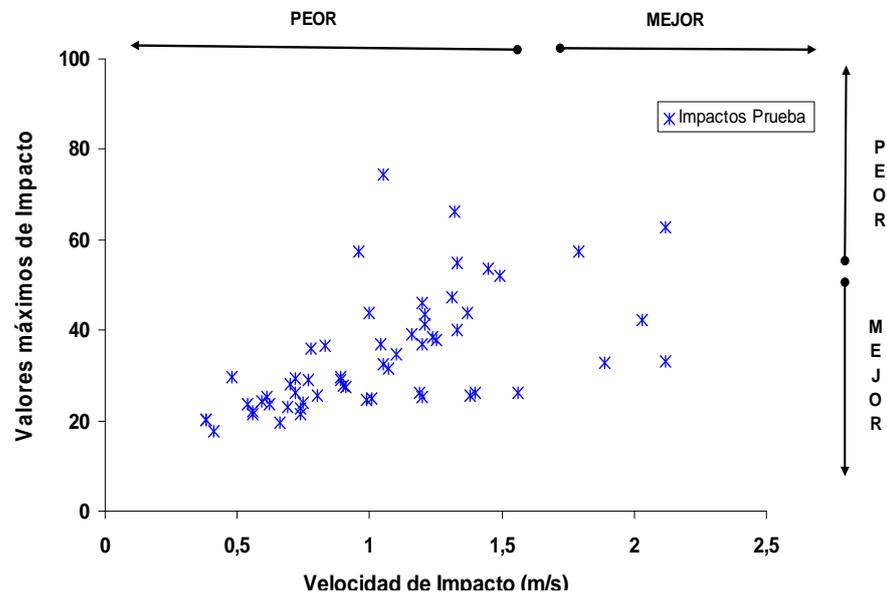


Figura 6-4: Impactos más significativos en la Línea de Manipulación de Melocotón con volcado manual de cajas

Estudio de los impactos más significativos en la línea de manipulación de melocotón con volcado de palox

Los datos de esta línea, donde el volcado se producía mediante una volcadora automática de palox, se presentan en la figura 5. En ella destaca inicialmente que el número de puntos con valores superiores a los límites preestablecidos fue menor que en la línea de volcado manual. Sin embargo, estos puntos presentaron aceleraciones muy superiores a los que se registraron en la línea anterior. En efecto, hubo un mayor número de valores de impacto superiores a 60 G, y algunos a 80 G y con velocidades inferiores a 1,5 m/s. Esto puntos corresponden, precisamente, a los impactos en el volcado de los melocotones a la línea y al caer sobre la cinta de transporte.

También se produjeron impactos de importancia en la caída de los melocotones a la cinta elevadora de rodillos ubicada justo después del volcado de los frutos, así como los registrados en el transcurso de dicha subida. Igualmente se detectaron valores de impacto significativamente elevados en la caída de los frutos a la cinta de transporte después de la cinta elevadora de rodillos y previo a la mesa de selección, también de rodillos. Otros impactos importantes se produjeron entre la primera zona de limpiado y la segunda, muy probablemente debido a los golpes contra las paredes laterales de la cintas y por golpes entre los propios frutos, ocasionados por una excesiva velocidad de salida de los frutos de esta primera zona de limpieza.

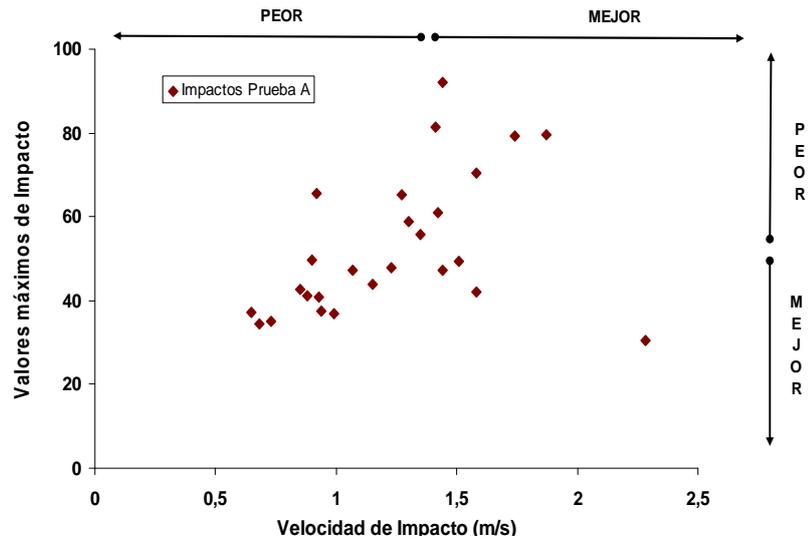


Figura 6-5: Impactos más significativos en la línea de manipulación de melocotón con volcado mecánico de palox.



Foto 6-6: Esfera circulando en la zona de manipulación.

Estudio comparativo de la línea de volcado en cajas y en palox de melocotón

Una vez analizados los dos tipos de líneas de manipulación-confección del melocotón por separado, se procedió a estudiarlas conjuntamente para determinar las diferencias entre los valores registrados en cada una de ellas. Los datos correspondientes se recogen en la figura 6. En ella se puede observar que, en el caso de la línea de volcado manual de cajas se registraron un menor número de impactos por zonas y, en general de más baja intensidad, que en el caso del volcado mecánico de palox.

Destacar además que, teniendo en cuenta los umbrales de daño establecidos para el melocotón, los impactos recogidos en la línea de volcado mecánico de palox, superaron en mayor medida los umbrales, tanto por mostrar velocidades más bajas,

como por los propios valores de impacto. Ello significa que se deben adoptar medidas especiales en esta línea para minimizar los riesgos de daños mecánicos.

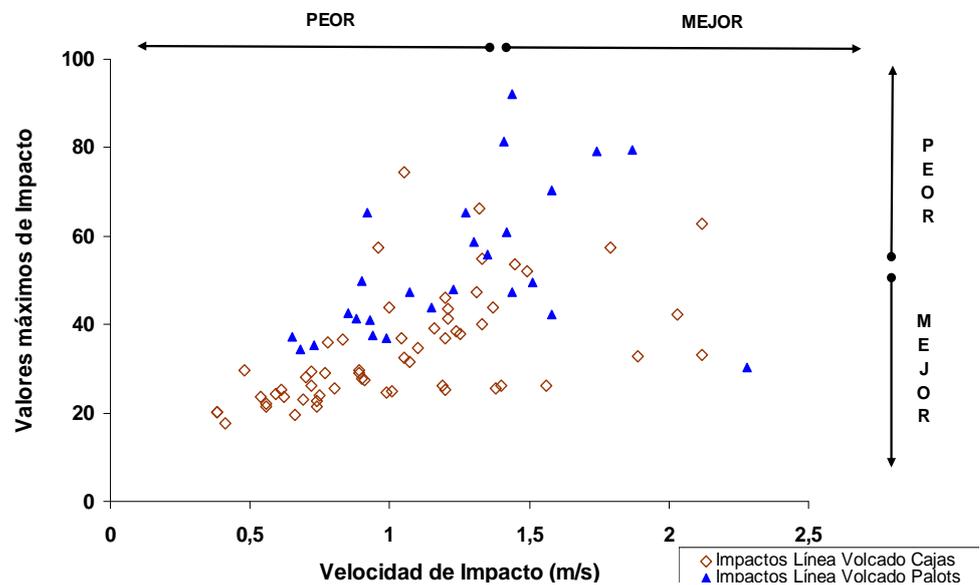


Figura 6-6: Estudio comparativo de los impactos en las líneas de manipulación de melocotón con volcado en cajas y en palox.

Conclusiones

Las principales conclusiones derivadas del análisis de los valores de impacto registrados en cada línea estudiada son las siguientes:

Líneas de pimientos

-En las líneas principales de manipulación de pimiento estudiadas se registró un gran número de impactos, sobre todo en la sección de manipulación que, aun no siendo de excesiva gravedad, convendría solucionarlos para evitar daños en la calidad y vida comercial de los frutos.

-En la línea de alimentación de las enmalladoras y de las embolsadoras, por el contrario, sí que se identificaron diversos puntos críticos manifiestamente mejorables, como sucede con los volcados, los cambios de nivel entre cintas, los repartos y en la propias enmalladoras y embolsadoras (antes de entrar, dentro de ellas y a la salida). En ellos se han registrado numerosos impactos susceptibles de provocar daños mecánicos perjudiciales para la calidad final y vida útil de los pimientos.

Líneas de melocotón

-En la línea de melocotón alimentada mediante el volcado manual de cajas, se han detectado como puntos críticos las caídas a la zona de confección, a la alineadora después de pasar por la mesa de rodillos, a la cinta después de la salida del cepillado y a la alineadora con cepillado. En todos ellos se aconseja actuar para evitar daños mecánicos en la comercialización que se manifestarán como manchas o defectos en la piel.

-La línea de melocotón alimentada mediante volcado con palox, ha presentado valores de impacto de mayor severidad que la anterior. Los puntos críticos detectados han sido el volcado de los melocotones a la línea, las caídas a las cintas de transporte, al elevador de rodillos, en esta elevación y entre ambas zonas de limpiado. En ellos se han observado numerosos impactos susceptibles de provocar daños mecánicos perjudiciales para la calidad final y vida útil de los melocotones.

Generales para ambas líneas

- Se debe tener presente que los datos registrados son particulares para las condiciones de trabajo en las que se han obtenido, particularmente la velocidad de desplazamiento de las cintas y rodillos, así como la especie, variedad y características del fruto.

-Se recomienda una revisión en profundidad y corrección de todos los puntos críticos identificados en las líneas de manipulación-confección de ambos tipos de frutos, ya que los valores de impactos registrados en ellos implican que los frutos que pasen por ellas tienen una elevada probabilidad de sufrir algún daño mecánico perjudicial para su calidad y vida comercial.

-Entre las modificaciones posibles de implementar cuentan cambios en el material contra el que impactan los frutos, añadir recubrimientos, aumentar la limpieza, evitar posibles daños por fricción, rediseñar componentes, introducir elementos desaceleradores, revisar velocidades, modificar elementos de transferencia, etc.

-Todas las líneas de manipulación-confección de frutos deberían revisarse periódicamente, para evaluar el resultado de las modificaciones y comprobar las modificaciones que se pueden producir a consecuencia de un uso continuado de las líneas.

-Es muy importante determinar los valores de G y de cambio de velocidad lo más ajustados posible a la realidad para saber cuál es el nivel responsable de verdadero daño en los frutos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Soc. Coop. Hortamira situada en El Mirador, San Javier (Murcia), a Frutas Maripí S.L. situada en Abarán (Murcia) y a la Federación de Cooperativas Agrarias de la Región de Murcia (FECOAM).



Referencias

Anderson G. and Parks R. 1984. The electronic potato publication. Scottish Institute Agricultural Engineering, Edinburgh. 22 pp.

Brecht J. and Sargent S. 1995. The bell pepper bruising story. Citrus & vegetable magazine. 12 pp.

Herold B., Truppel I., Siering G. and Geyer M. 1996. A pressure measuring sphere monitoring handling of fruit and vegetables. Computers and electronics in agriculture. 15: 73-88.

García Ramos F., Valero Ubierna C. and Ruiz Altisent M. 2000. Detección de daños en líneas de clasificación de pimientos mediante frutos electrónicos. Un caso práctico. www.lpftag.upm.es/pdf/2000ddcp. *Horticultura*. 149: 52-58.

Van Canneyt T., Tijssens E., Ramon H., Verschoore R. and Sonck B. 2003. Characteristics of a potato-shaped instrumented device. *Biosystems Engineering*. 86(3): 275-280.

Zapp H., Ehlert S., Brown G., Armstrong P. and Sober S. 1990. Advanced instrumented sphere for impact measurements. *Transactions of the ASAE*. 33(3): 955-960.