

ESTUDIO DE TRES TIPOS DE CALIBRADORES EN LÍNEAS DE CLASIFICACIÓN DE MELOCOTÓN Y ALBARICOQUE EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

J. García-Ramos, M. Ruiz-Altisent
Dept. Ingeniería Rural
Univ. Polit. Madrid
España

B. Orihuel
ANECOOP S. Coop.
Valencia. España

Abstract

A study of three kind of sizers on peach and apricot packing lines in the region of Valencia.

Three different sizers (two electronic cup-sizers, one electronic finger-sizer and one mechanical rollers-sizer) were analyzed using two instrumented spheres IS100 (8.8 cm Ø and 6.2 cm Ø) in three cooperatives in the region of Valencia, handling peaches and apricots. It was at the transfer point "sizer-transporting belt" where instrumented spheres (IS) registered the highest mean impact values: 31.2 g's on rollers sizer, 60.7 g's on fingers sizer, and 74.4 g's and 204.5 g's on cups sizers. Hardness of impact surface materials varied between the four sizers.

Keywords: Fruit sizers, Instrumented sphere, Transfer points, Impact damage

Resumen

Tres tipos de calibradores (dos calibradores electrónicos de tazas, un calibrador electrónico de dedos y un calibrador mecánico de rodillos basculantes) fueron analizados mediante el uso de dos frutos electrónicos IS 100 (8.8 cm Ø y 6.2 cm Ø) en tres cooperativas de la provincia de Valencia trabajando con melocotón y albaricoque. La transferencia calibrador-cinta de salida fue el punto donde los frutos electrónicos registraron mayores niveles medios de impacto: 31.2 g's en el calibrador de rodillos basculantes, 60.7 g's en el calibrador de dedos, y 74.4 g's y 204.5 g's en los dos calibradores de tazas. La dureza de las superficies contra las que impactaron las IS varió notablemente para cada uno de los calibradores.

1. Introducción

Desde su recogida en campo hasta su venta en los distintos establecimientos, la fruta es sometida a diferentes procesos en los que sufre daños (Kampp et al., 1990) que reducen su calidad y especialmente su condición y valor comercial. Investigaciones recientes han demostrado que menos de un 10% de los frutos denominados de Categoría I cumplen la normativa comunitaria, debido principalmente a la presencia de daños mecánicos en el 90% de las muestras.

Los daños mecánicos tienen dos consecuencias inmediatas: presencia de magulladuras que reducen la calidad y el valor comercial de la fruta por sí mismas, y producción de heridas que pueden ser vías de entrada de patógenos.

Los procesos y maquinaria de manipulación de fruta son cada día más complejos,

siendo necesario el establecimiento de una evaluación normalizada con el fin de determinar objetivamente diferencias en la calidad de las distintas máquinas y procedimientos. En este sentido, se han realizado diversos estudios para analizar la susceptibilidad a daños de la fruta durante la manipulación y el envasado, y del daño potencial de las líneas (Miller et al., 1991; García et al., 1994), utilizando frutos electrónicos (Zapp et al., 1989).

Los datos registrados por los frutos electrónicos deben ser relacionados con la susceptibilidad a daños del tipo de fruta tratada en la línea, para así poder predecir su probabilidad de daño (Pang et al., 1991; Schulte et al., 1992).

El objetivo de este estudio es evaluar y comparar el daño potencial infligido a la fruta (melocotón y albaricoque) por tres tipos de instalaciones de calibrado (dos calibradores electrónicos de tazas, un calibrador electrónico de dedos y un calibrador mecánico de rodillos basculantes) desde el punto de vista de las transferencias implicadas en ese proceso, principalmente la salida de la fruta después del calibrado.

Este estudio ha sido realizado en el marco del proyecto CICYT "Desarrollo de dispositivos mecánicos para minimizar daños y medir la firmeza en líneas de manipulación de frutas" nº C970240001 (ALI 97-0954) en colaboración con la cooperativa de segundo grado ANECOOP S. Coop. que actúa como EPO en dicho proyecto.

2. Materiales y métodos

Fueron utilizados dos frutos electrónicos IS 100 desarrollados por un equipo de investigación del USDA-ARS perteneciente a la Universidad del Estado de Michigan (EE.UU.). Los frutos empleados eran de diferente tamaño: el primero con 300.6 g de peso y 8.8 cm de diámetro (IS 100 G), el segundo con 114.7 g de peso y 6.2 cm de diámetro (IS 100 P). Cada fruto dispone de un acelerómetro triaxial, un reloj, una batería y una memoria. Para cada impacto los frutos electrónicos registran dos parámetros: cambio de aceleración expresado como número de veces la aceleración de la gravedad (g's), donde $1\text{ g} = 9.8\text{ m/s}^2$ (Zapp, 1989) y duración del impacto (ms). Combinando estos parámetros se pueden obtener otras variables de interés.

Se analizaron cuatro calibradores en las líneas de manipulación de tres cooperativas situadas en la provincia de Valencia (Coop. nº1, Coop. nº2 y Coop. nº3). En la cooperativa nº1 se analizaron un calibrador electrónico de tazas y un calibrador electrónico de dedos, ambos trabajando con melocotón. En la cooperativa nº2 se estudió un calibrador electrónico de tazas trabajando con albaricoque y en la cooperativa nº3 se evaluó un calibrador mecánico de rodillos trabajando con albaricoque.

En cada transferencia (punto de transición entre dos elementos distintos de la línea) se realizaron al menos seis pasadas con los frutos electrónicos.

Las transferencias analizadas para cada uno de los calibradores fueron las siguientes:

A. Calibrador de tazas (coop. nº1): 1. Cinta - diabólos. 2. Diabólos - tazas (calibrador). 3. Tazas (calibrador) - cinta de salida.

B. Calibrador de dedos (coop. nº1): 1. Cinta transportadora 1 - cinta transportadora 2. 2. Cinta transportadora 2 - calibrador. 3. Calibrador - cinta de salida.

C. Calibrador de tazas (coop. nº2): 1. Rodillos - alineador. 2. Alineador - diabólos. 3. Diabólos - tazas (calibrador). 4. Tazas (calibrador) - cinta de salida.

D. Calibrador de rodillos (coop. nº3): 1. Rodillos (calibrador) - cinta de salida.

3. Resultados

3.1. Gráficos de resultados

Los resultados obtenidos con ambos frutos electrónicos (grande y pequeño) fueron muy parecidos, si bien no coincidentes dado que ambos frutos se mueven de forma diferente a través de los elementos de una línea debido a su diferente tamaño y peso. Dado que los calibradores analizados eran para albaricoque y melocotón, nos basaremos en los datos registrados por la IS pequeña por ser más representativos, aunque la información finalmente utilizada es la de ambas.

La información derivada de los frutos electrónicos es sintetizada en tres gráficos tipo: nivel de impacto (fig. 1), probabilidad de impacto (fig. 2) y distribución de impactos (fig. 3).

3.1.1. Nivel de impacto

En la figura 1 (gráfica de niveles de impacto) se puede observar la magnitud de los impactos registrados por los frutos electrónicos para cada una de las transferencias analizadas en los diferentes calibradores.

3.1.2. Probabilidad de impacto

Para cada punto de transferencia (fig. 2, gráfica de probabilidad de impacto) se detalla la probabilidad de que un fruto sufra al menos un impacto de una determinada magnitud: superior a 50 g's (rayas verticales), superior a 100 g's (puntos) y superior a 150 g's (retícula). Hay que tener en cuenta que impactos por encima de 50 g's con IS 100 8.8 cm \AA determinan la aparición de daños superiores al límite comunitario para categoría I en variedades de melocotón ("Maycrest" y "Springtime") (Barreiro, 1994).

3.1.3. Distribución de impactos

La figura 3 (gráfica de distribución de impactos) indica la naturaleza del material (desde el punto de vista de su dureza), sobre el que impactan los frutos en cada transferencia. Para ello se representa la aceleración máxima (g's) frente al cambio de velocidad (m/s), registrados por las IS. Estos datos son dispuestos sobre unas curvas de distribución de impactos obtenidas con los frutos electrónicos para tres materiales tipo: superficie dura (acero) (curva inferior), recubrimiento de material amortiguador Poron (P20125) de 3.2 mm (curva intermedia) y recubrimiento de material amortiguador Poron (P15250) de 6.4 mm (curva superior). Analizando la posición de los impactos registrados por la IS en las líneas respecto a las tres curvas tipo, podemos conocer la dureza del material contra el que impactan los frutos electrónicos en cada punto de transferencia, lo que además ayuda a identificar el punto o puntos en los que realmente impactan los frutos.

3.2. Análisis de resultados

En base a los gráficos de resultados se pueden realizar diversas consideraciones, analizando especialmente la transferencia calibrador-cinta de salida para cada uno de los casos:

- Las transferencias con mayor daño potencial a la fruta para cada uno de los calibradores analizados fueron: tazas-cinta salida (calibrador A), calibrador dedos-cinta (calibrador B), rodillos-alineador (calibrador C) y calibrador-cinta salida (calibrador D) (única transferencia analizada en este calibrador).

- En el calibrador de tazas (A) de la coop. nº1, el punto con mayor daño potencial a la fruta (204.5 g's) es la transferencia 3 (tazas - cinta de salida). La probabilidad de que los

impactos sean mayores de 150 g's es del 75%, estando todos los impactos registrados por encima de 100 g's (fig 2.1). En este punto hay un cepillo de transferencia de la fruta desde la cazoleta hasta la cinta de salida que no parece realizar una labor adecuada. Por otro lado los frutos golpean normalmente contra superficies duras como puede observarse en la gráfica de distribución de impactos (fig 3.1), especialmente en los de mayor aceleración (fig 3.1., triángulos, transferencia 3, caída de calibrador de tazas a la cinta de recepción).

- Centrándonos en el calibrador de tazas (C) de la coop. n°2, los niveles de impacto medios registrados en la transferencia tazas-cinta de salida (n° 4) son mucho menores (74.4 g's) que los registrados en la coop. n°1 para el mismo tipo de transferencia (204.5 g's). La fruta también impacta contra superficies duras. Esto es importante ya que en este caso no existe cepillo de transferencia entre tazas y cinta de salida, sino una lona con soporte rígido que transfiere la fruta a la cinta de salida, la cual tiene sólo acolchamiento en sus paredes metálicas, contra las que golpea la mayoría de la fruta. En el resto de transferencias analizadas en esta línea se registraron unos niveles medios de impacto elevados: 161 g's (rodillos-alineador), 100.9 g's (alineador-diábolos), 158 g's (diábolos-tazas).

- Si se compara la transferencia de entrada a los calibradores de tazas (diábolos-tazas), ésta era facilitada por diferentes elementos: cepillos de cerdas (A. coop. n°1) y rodillos de espuma (C. coop. n°2). Los impactos medios registrados (en A) con los cepillos de cerdas (51.7 g's) fueron inferiores a los registrados (en B) con los rodillos de espuma (158 g's), impactando en ambos casos contra superficies duras, es decir, contra la propia cazoleta. Si bien pudiera decirse que los rodillos de espuma realizan peor su trabajo que los cepillos de cerdas, esto no se puede afirmar categóricamente puesto que depende de que la regulación de ambos sistemas sea la adecuada con respecto a las características de la transferencia y al tipo de fruta confeccionada en la línea.

- Analizando el calibrador de tazas de la coop. n°2 (C), se puede destacar que la transferencia 1 (rodillos-alineador) es un punto de alto daño potencial a la fruta, con niveles de impacto medios de 161 g's, estando todos los impactos por encima de 100 g's. Esta transferencia está formada por una rampa acolchada que une los rodillos con el alineador, pero el efecto del acolchamiento es nulo ya que el golpe que recibe la fruta se produce contra la superficie horizontal del alineador.

- En el calibrador de dedos (B. coop. n°1), la transferencia más crítica es la n° 3 (calibrador-cinta de salida), con un nivel de impacto medio de 60.7 g's. La probabilidad de que los impactos superen 50 g's es del 62.5%. Las superficies contra las que impacta la fruta son muy variables en función de que ésta caiga sobre zonas huecas de las cintas de salida o sobre zonas bajo las que se encuentran elementos estructurales de las mismas, en este caso rodillos (fig. 3.2.).

- En el calibrador de rodillos (D. coop. n°3) sólo fue analizada la transferencia calibrador-cinta de salida, no registrándose ningún impacto superior a 50 g's, siendo el nivel medio de impacto 31.2 g's. Todos los impactos se produjeron contra superficies blandas lo que demuestra el buen diseño de la transferencia y la ausencia casi total de elementos estructurales bajo la cinta en la zona de caída de la fruta.

4. Discusión

4.1. Niveles de impacto.

En la mayoría de las transferencias estudiadas los niveles de impacto registrados por los frutos electrónicos son superiores a 50 g's por lo que, para el caso de melocotón y

albaricoque, la probabilidad de daño a la fruta es muy alta.

4.2. Transferencias de entrada y salida a/del calibrador

No se puede generalizar el hecho de que un calibrador sea mejor que otro desde el punto de vista del daño potencial a la fruta por impacto puesto que durante el calibrado la fruta no recibe cargas dinámicas, más bien habría que hablar de las transferencias de entrada y salida al calibrador. En este sentido, el daño potencial a la fruta no depende del tipo de calibrador en sí, sino del diseño correcto de cada transferencia.

4.3. Elementos duros bajo las cintas

La transferencia calibrador-cinta de salida debe ser cuidadosamente diseñada con el objetivo de que la fruta no caiga en zonas de la cinta que estén apoyadas sobre elementos estructurales de la misma (rodillos, chapa metálica, etc.).

4.4. Rodillos deceleradores

Los elementos deceleradores y de transferencia, en este caso rodillos de espuma y cepillos de cerdas, deben estar regulados correctamente en función de las características de la transferencia y del tipo de fruta a confeccionar en la línea. Deben estar colocados de tal forma que cada fruto quede incluido (penetre) en el cuerpo del rodillo, y ser transferido por éste; no caer libremente simplemente rozando la superficie del rodillo. Las regulaciones son: altura sobre el elemento receptor, distancia horizontal al elemento alimentador y velocidad de giro del rodillo.

4.5. Material amortiguador

Con un buen diseño de las transferencias, utilizando materiales de acolchamiento en aquellas zonas donde la fruta golpea realmente y empleando elementos deceleradores y de transferencia adecuados y bien regulados se pueden disminuir en gran medida los daños infringidos a la fruta durante su confección.

4.6. Firmeza de la fruta

Es tema de discusión si el estado de madurez en que actualmente se manipula la fruta de hueso es el más apropiado para una buena calidad organoléptica para el consumidor. Manipular fruta de hueso en estado algo más maduro sería posible si los procedimientos de recolección y los equipos se mejoraran en su diseño y regulación.

4.7. Velocidad y calidad

Dentro de esta línea, habría que estudiar la prioridad que actualmente se da a las velocidades de funcionamiento de las líneas (velocidad de los elementos de transporte). La capacidad de trabajo que adquieren las líneas es así muy alta, pero ésta puede llegar a ser incompatible con una buena calidad del producto.

4.8. Daños abrasivos o por fricción

Los daños abrasivos o por fricción no han sido estudiados en este trabajo. Debe observarse, no obstante, que estos daños serán superiores en el calibrador mecánico de rodillos basculantes de la cooperativa nº3. En este tipo de calibradores los frutos tienen un movimiento de rotación muy superior al que ocasionalmente puedan adquirir en los otros calibradores

electrónicos.

En resumen, hay aún mucho que mejorar en las instalaciones actuales para mejorar la calidad de la fruta desde el punto de vista de los daños.

5. Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT: Proyecto ALI 97 - 0954) y a la Comunidad Autónoma de Madrid (Beca FPI) por la financiación de este proyecto.

6. Referencias

Barreiro, P. 1994. Modelos para la simulación de daños mecánicos y desarrollo de un algoritmo de evaluación de maquinaria para los principales cultivares de albaricóque, manzana, melocotón y pera. Doctoral Thesis.

García, J.L.; Barreiro, P.; Ruiz-Altisent, M. Vicente, M. 1994. Use of electronic fruits to evaluate fruit damage along the handling process. AgEng 94 (Milano). Report nr. 94-G-045.

Kampp, J.; Pedersen, J. 1990. Quality of imported and domestic fruits and vegetables in the Danish retail trade with special reference to mechanical damages. 22 International Conference on Agricultural Mechanization. Zaragoza. Vol. II pp: 9-16.

Miller, W.M.; Wagner, C. 1991. Florida citrus packing line studies with an instrumented sphere. Applied engineering in Agriculture. Vol. 7, Nr. 5, pp 577-581.

Pang, W.; Studman, C.; Banks, N.H. 1991. Use of an instrumented sphere for assessing apple bruising thresholds. Inter. Winter Meeting of ASAE. Paper nr. 91 6596. Chicago, Illinois. December 1991.

Schulte-Pason, N.L.; Brown, G. K.; Timm, E. J. 1992. Apple impact damage threshold. Applied Engineering in Agriculture. Vol 8, nr. 1, pp 55-60.

Zapp, H. R.; Brown, G. K.; Armstrong, P. R., Sober, S. 1989. Instrumented sphere performance: dynamic measurements and demonstration. ASAE paper nº 89-0008.

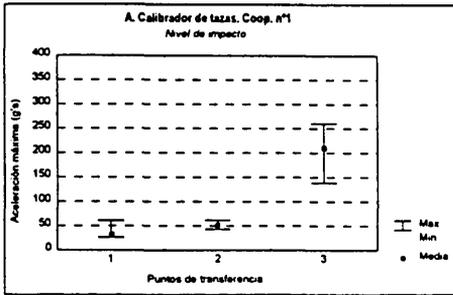


Fig. 1.1. Calibrador de tazas. Cooperativa n°1.

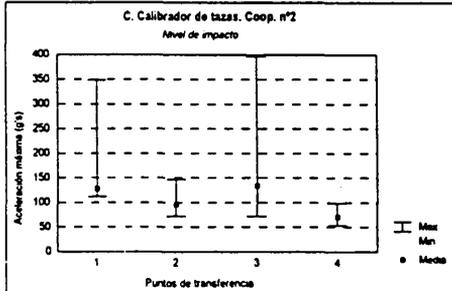


Fig. 1.3. Calibrador de tazas. Cooperativa n°2.

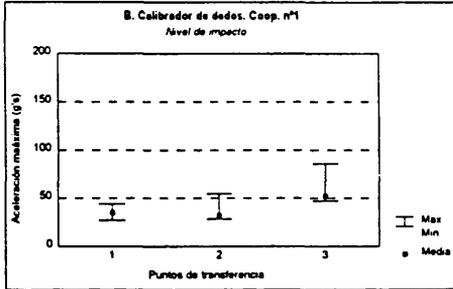


Fig. 1.2. Calibrador de dedos. Cooperativa n°1.

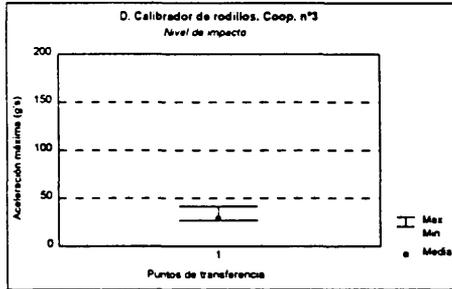


Fig. 1.4. Calibrador de rodillos. Cooperativa n°3.

Figura 1. Gráficas de nivel de impacto. IS 6.2 cm Ø.

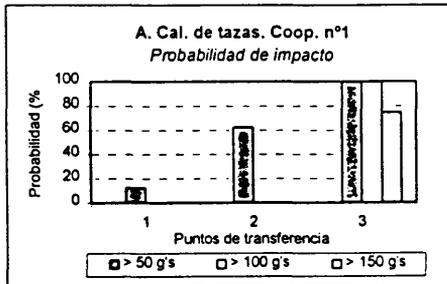


Fig. 2.1. Calibrador de tazas. Cooperativa n°1

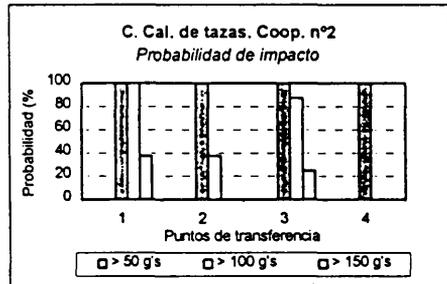


Fig. 2.3. Calibrador de tazas. Cooperativa n°2

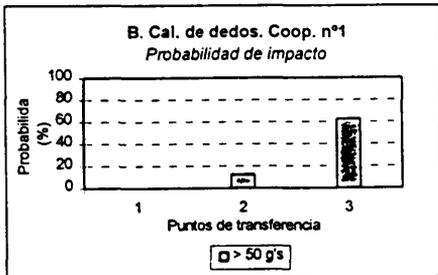


Fig. 2.2. Calibrador de dedos. Cooperativa n°1

- Transferencias:
- A. Calibrador de tazas (cooperativa n°1)
 1. Cinta-diábolos. 2. Diábolos-tazas. 3. Tazas-cinta.
- B. Calibrador de dedos (cooperativa n°1)
 1. Cinta1-cinta2. 2. Cinta2-calibrador. 3. Calibrador-cinta
- C. Calibrador de tazas (cooperativa n°2)
 1. Rodillos-alineador. 2. Alineador-diábolos. 3. Diábolos-tazas. 4. Tazas-cinta de salida
- D. Calibrador de rodillos (cooperativa n°3)
 1. Rodillos(calibrador)-cinta de salida

Figura 2. Gráficas de probabilidad de impacto. IS 6.2 cm Ø.

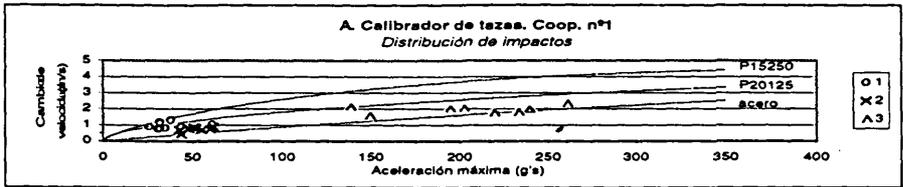


Figura 3.1. Distribución de impactos. Calibrador de tazas. Coop. nº1.

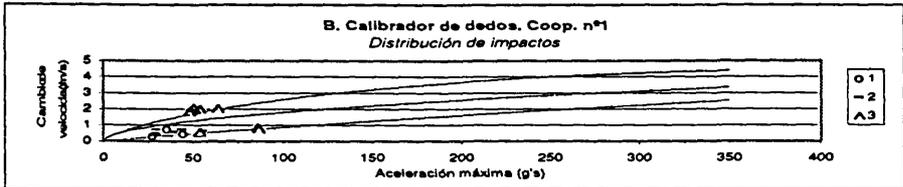


Figura 3.2. Distribución de impactos. Calibrador de dedos. Coop. nº1.

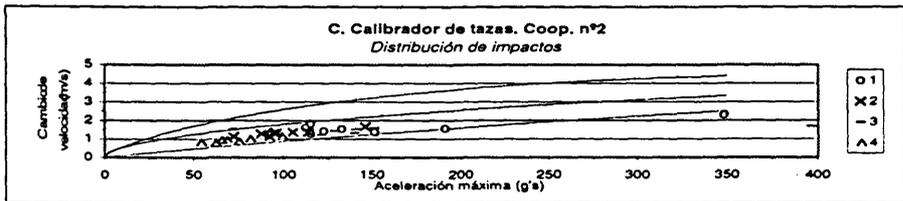


Figura 3.3. Distribución de impactos. Calibrador de tazas. Coop. nº2.

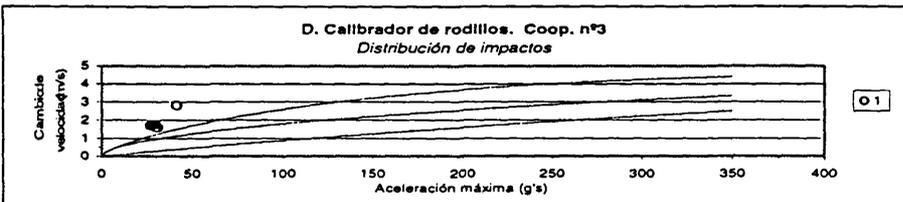


Figura 3.4. Distribución de impacto. Calibrador de rodillos. Coop. nº3.

Figura 3. Gráficas de distribución de impacto. IS 6.2 cm Ø.